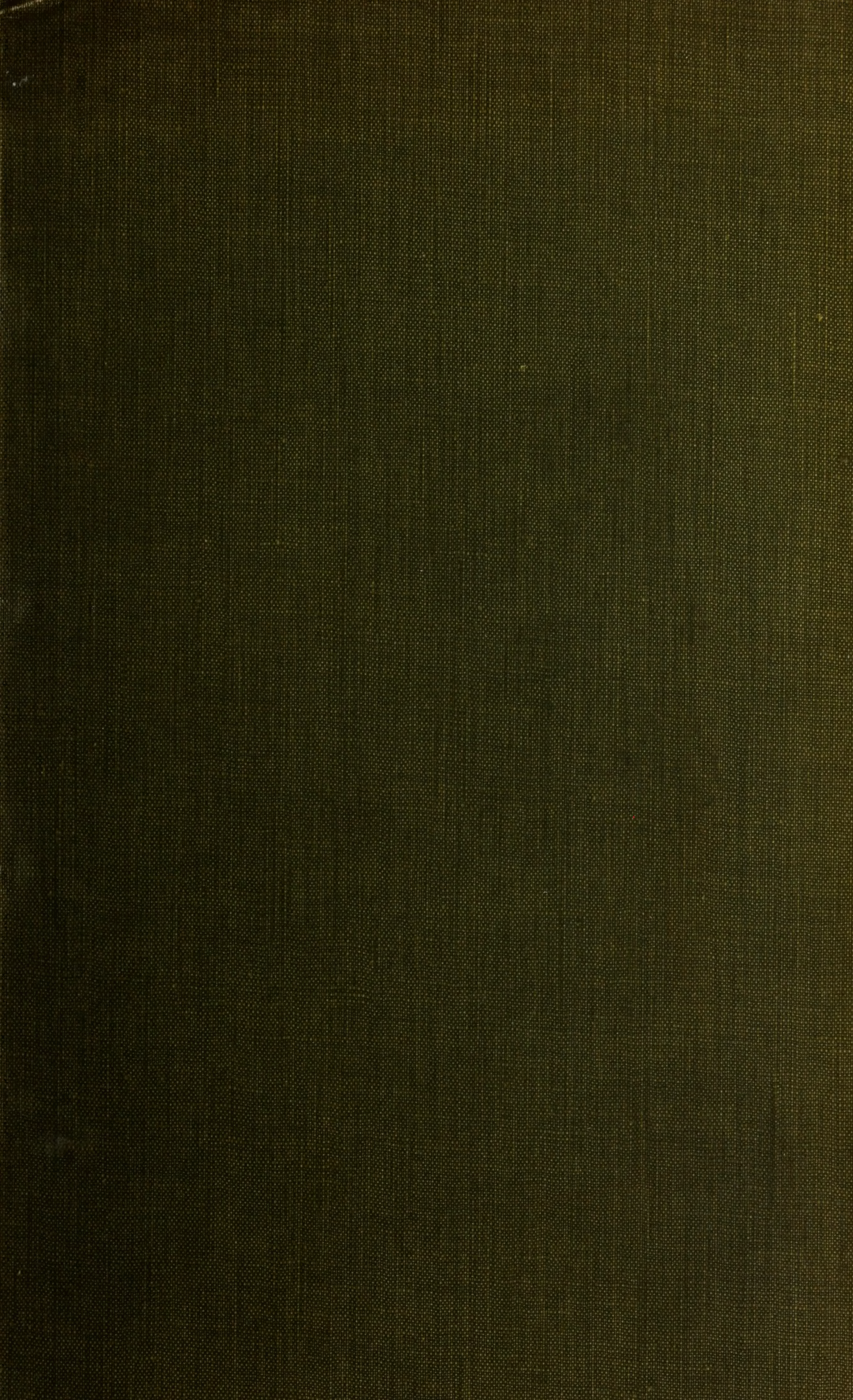
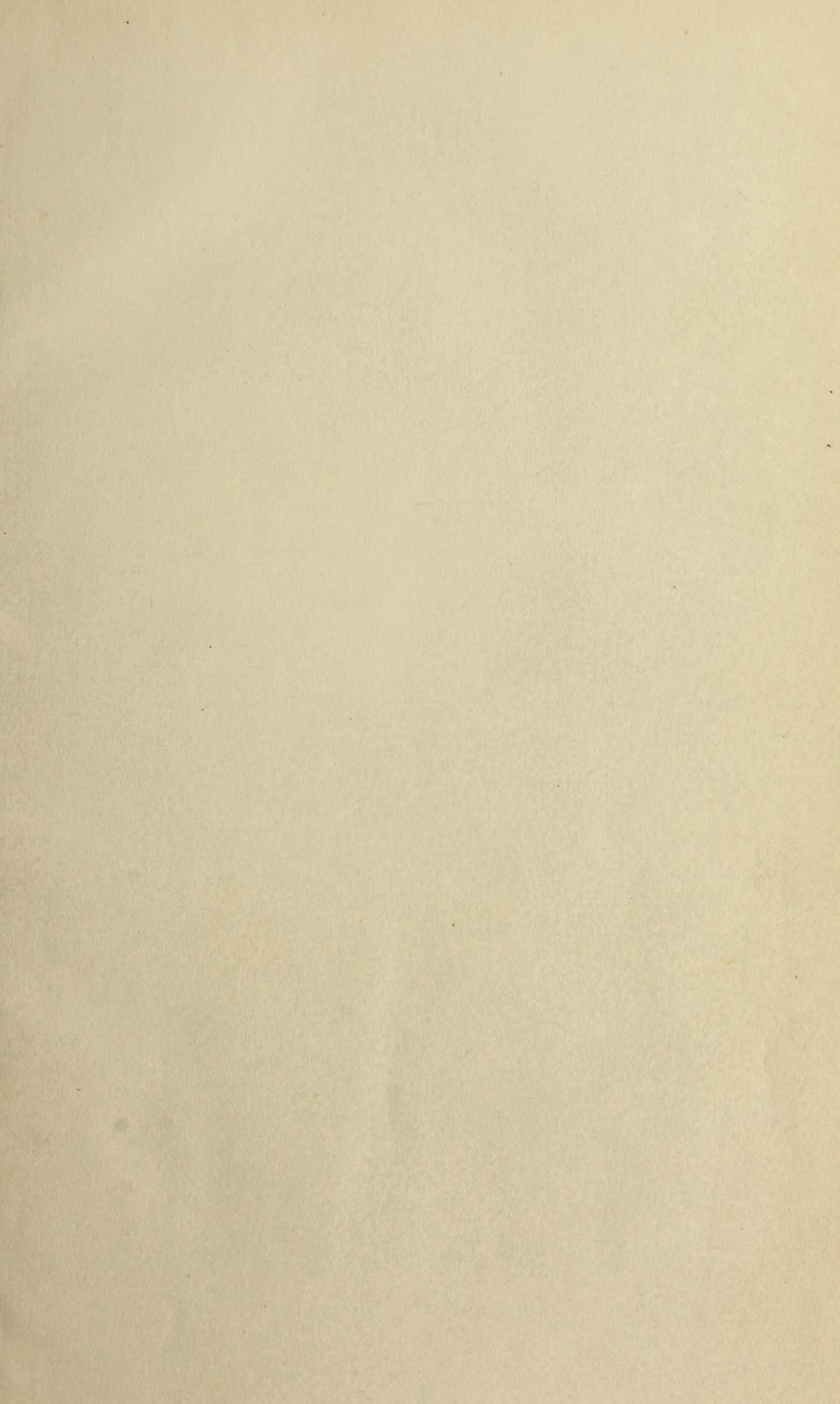
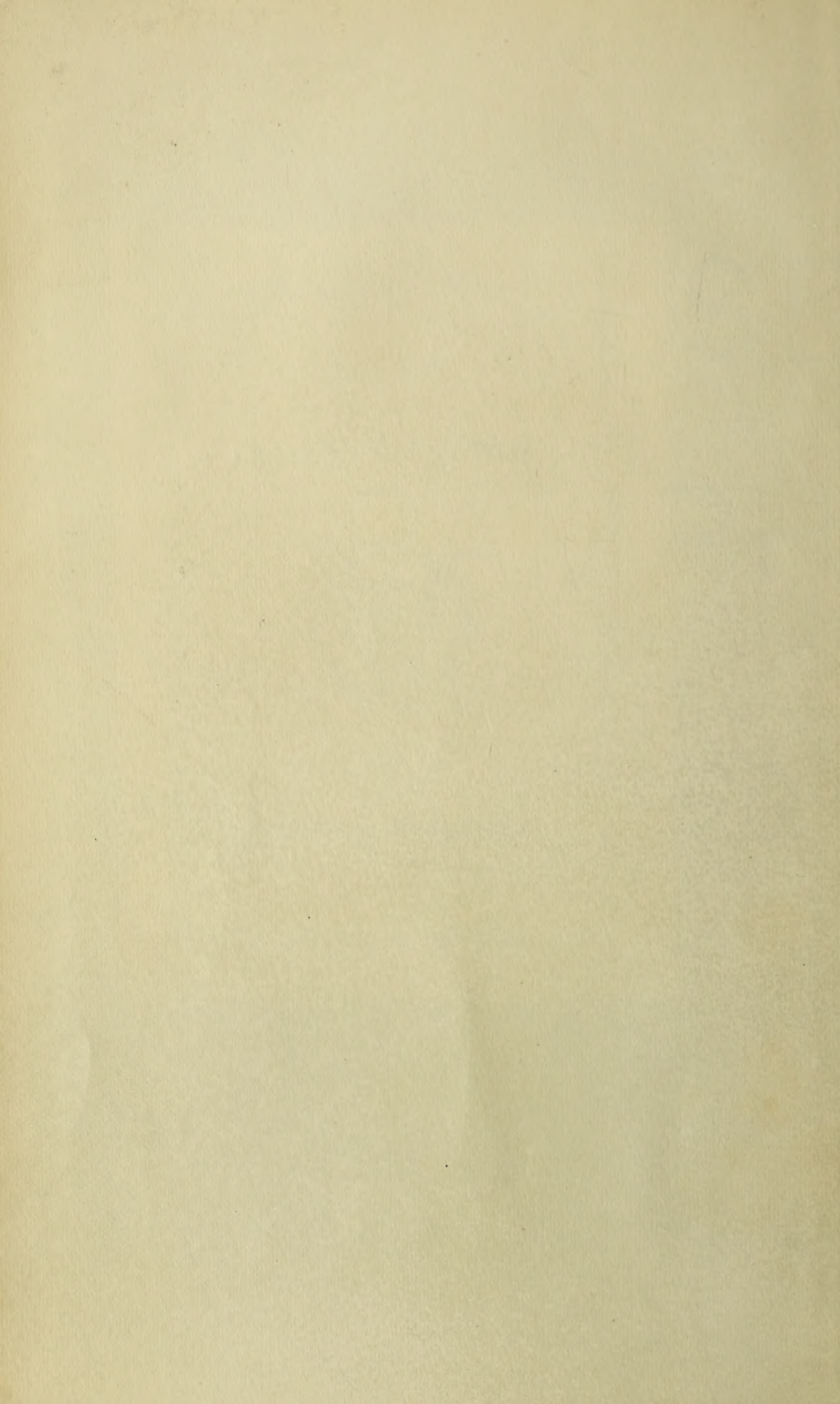








GRUNDZÜGE DER BOTANIK.

Repetitorium

für

Studirende der Naturwissenschaften und Medicin

und

Lehrbuch

für

polytechnische, land- und forstwirthschaftliche Lehranstalten.

Von

Dr. Chr. Luerssen,
Docenten der Botanik an der Universität Leipzig.

Mit 107 vom Verfasser auf Holz gezeichneten Abbildungen.



Leipzig,
Verlag von H. Haessel.
1877.

Vorwort.

Die „Grundzüge der Botanik“ sind in erster Linie für den Studirenden der Naturwissenschaften und Medicin bestimmt. Sie sollen demselben den Hauptinhalt der wichtigsten Vorträge über Botanik wiedergeben und so zunächst das in so vieler Beziehung verwerfliche „Nachschreiben“ ersparen. Sie sollen ferner bei Vorbereitungen zum Examen ein Leitfaden zur Repetition des Gelernten sein, ohne darum speciellere Lehrbücher ersetzen zu wollen.

Dass manche physiologische Fragen bereits in den Abschnitten über Anatomie und Morphologie an passender Stelle erörtert wurden, geschah deshalb, um Zusammengehöriges und Verwandtes möglichst zu vereinigen und dadurch fester einzuprägen. Die Systematik erfuhr eine etwas ausführlichere Bearbeitung, als dies gewöhnlich in ähnlichen Büchern zu geschehen pflegt. Namentlich wurden den deutschen Familien der Gefässpflanzen Tabellen zum Bestimmen der Gattungen (mit Ausschluss cultivirter und sehr selten vorkommender) beigefügt, um auf diese Weise einen etwas tieferen Einblick in die Organisation derselben zu geben und das stete Mitführen einer Flora zu umgehen. Die Terminologie wurde hier, wie auch im morphologischen Theile, als aus dem Elementarunterrichte bekannt vorausgesetzt. Dass die gewöhnlichsten Zierpflanzen, sowie namentlich arzneilich und technisch wichtige Gewächse sammt Angabe der betreffenden Handelsartikel und ihrer wesentlichsten chemischen Bestandtheile, so weit es der Raum gestattete, aufgezählt wurden, bedarf wohl keiner Rechtfertigung und ebenso dürften vielleicht die kurzen paläontologischen Notizen Manchem willkommen sein.

Irrthümer und Mängel finden sich in jedem Buche und guter Rath verbessert solche für spätere Zeiten. Es bittet daher seine Fachgenossen um solchen auch

Leipzig, im December 1876.

der Verfasser.

Inhalt.

Die Zahlen zeigen die Seiten an.

Druckfehler und Zusätze:

S. 28, Zeile 13 von unten lies **Fig. 12** statt 13.
S. 29, Zeile 5 von unten lies **Fig. 13** statt 14.
S. 44, Zeile 8 von unten lies **ist er** statt iert s.
S. 54, Zeile 1 von oben ist zu lesen: **Die primären Fibrovasalstränge der Wurzeln** statt Die Fibrovasalstränge der Wurzeln. Vgl. auch § 115.
S. 127 lies **§ 212** statt 12.
S. 195, Zeile 9 u. 10 von unten lies **Fumago: schwarze** statt Fumagoc: shwarze.
S. 323 ist der Gattung Xanthium zuzufügen: **bildete früher die Familie der Ambrosiaceae** (S. 307).

I. Abschnitt.

Der innere Bau der Pflanze.

Anatomie.

1. Die Zelle als Grundorgan der Pflanze.

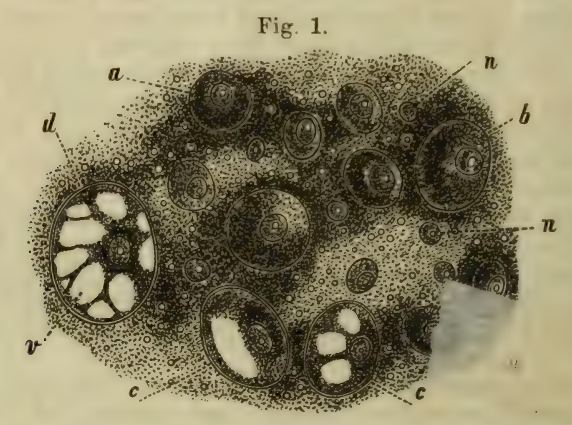
1. Wurzel, Stengel, Blatt und Blüthe einer Pflanze bezeichnen wir als Organe derselben, d. h. als Werkzeuge, von denen jedes bestimmte, für die Lebensvorgänge in der Pflanze wichtige Verrichtungen auszuführen hat. Während z. B. die Wurzel für Befestigung im Erdboden sorgt, führt sie den oberirdischen Theilen gleichzeitig Wasser und die in diesem gelösten Nährstoffe zu. Der Stengel unternimmt unter anderen Aufgaben die Fortleitung der aufgenommenen Nahrung zu den Blättern und Blüthen. Das Blatt besorgt in Gemeinschaft mit anderen grünen Theilen der Pflanze durch Zerlegung der Kohlensäure der Luft in ihre beiden Grundstoffe, Kohlenstoff und Sauerstoff, den für die Ernährung unentbehrlichen Kohlenstoff, welchen die Wurzel aus dem Boden nicht aufzunehmen vermag. Die Blüthe aber mit allen ihren Theilen dient als Fortpflanzungsorgan der Erhaltung der Pflanzenarten, denen sie mit der Entwickelung des Samens die Möglichkeit der Fortdauer auch nach dem Tode des samenerzeugenden Individuums sichert.

2. Damit die genannten Organe ihre speciellen Aufgaben in möglichst nutzbringender Weise ausführen können, muss ihr Bau der jedesmaligen Verrichtung zweckentsprechend angepasst sein. Form, Grösse, Dauer u. s. w. eines Organes sind aber wieder abhängig von den Eigenschaften der dasselbe zusammensetzenden kleineren Theile. Als solche lässt uns eine Untersuchung mit Hülfe des Mikroskopes bei den meisten Pflanzen äusserst zahlreiche, dem unbewaffneten Auge in der Regel nur undeutlich oder gar nicht sichtbare, bläschenartige Gebilde von sehr verschiedener Form erkennen. Jedes derselben zeigt uns einen ganz charakteristischen Bau und bestimmten Inhalt: eine feste, elastische Haut von grösserer oder geringerer Dicke umschliesst eine meist körnig-schleimig aussehende weiche Substanz neben wässeriger Flüssigkeit und verschieden geformten anderen Inhaltskörpern. Saftige Pflanzentheile, z. B. Beerenfrüchte, lassen dies am leichtesten erkennen.

3. Nimmt man von dem weissen Fruchtfleische einer Schneebeere (Symphoricarpus racemosus) oder von dem Inhalte des Keimsackes einer befruchteten Blüthe der Schminkbohne (Phaseolus multiflorus — Fig. 1) eine geringe Menge vorsichtig fort und untersucht dieselbe in einem Tropfen Wasser unter dem Mikroskope, so sieht man zahlreiche der in Fig. 1 dargestellten Gebilde, die als Zellen bezeichnet werden. Jede derselben hat annähernd rundliche Gestalt; die kleinen Abweichungen in derselben bei Vergleichung der einzelnen Zellen unter einander erklären sich bei der Schneebeere leicht

durch den gegenseitigen Druck, den sie in der Frucht auf einander ausübten. Die Zellhaut, welche die übrigen Bildungen der Zelle einschliesst, ist hier farblos und durchsichtig und so dünn und zart, dass sie bei stärkerem Druck platzt oder faltig zusammenschrumpft. Der schleimige Inhalt, welcher anfänglich den ganzen Innenraum der Zelle erfüllt und dessen Trübung von zahlreichen kleinen Fetttropfen herrührt, wird als Protoplasma bezeichnet. In diesem sehen wir an irgend einer Stelle im Innern der Zelle noch einen rundlichen, aus gleicher Substanz bestehenden Körper, den Zellenkern, liegen, während bei weiterem Wachsthum der übrige Innenraum der Zelle später mit wässerigem Zellsafte erfüllt ist. Aus zahlreichen solcher Zellen ist nicht allein das Fruchtfleisch der Schneebeere zusammengesetzt; Tausende solcher oder ähnlicher Zellen bilden alle anderen Organe derselben. Die Zelle ist das Grund- oder Elementarorgan der Pflanze.

Fig. 1.



4. Nicht alle Gewächse aber werden aus zahlreichen Zellen aufgebaut. Es giebt viele niedere Pflanzen, die nur aus verhältnissmässig wenigen zu Fäden aneinander gereihten (die meisten Schimmelpilze, die Wasserfäden oder Confervaceen) oder zu Scheiben (Pediastrum) etc. geordneten Zellen bestehen. Bei einer nicht unbeträchtlichen Anzahl noch niedriger organisirter Pflanzen ist sogar die einzelne Zelle die ganze Pflanze selbst. Dergleichen Beispiele liefern uns die Hefepilze (Saccharomyces) und Verwandte und viele niedere Algen (z. B. die Kieselzellen oder Bacillariaceen). Bei höher entwickelten Gewächsen lösen sich oft zahlreiche bestimmte Zellen aus dem Zusammenhange mit Ihresgleichen. Sie erscheinen dann in ihrer Gesammtheit als ein oft gefärbtes Pulver, wie der Brand (Ustilago, Tilletia) unserer Getreidegräser, bei dem die später frei liegenden Zellen die Fortpflanzungszellen oder Sporen des betreffenden Brandpilzes sind; oder

Fig. 1. Freie Zellbildung im Keimsacke der Schminkbohne (Vergr. 670) nach Dippel. Im Protoplasma liegen jüngere Zellen (a und b) mit noch zarter Membran und die Zellhöhlung vollständig erfüllendem Plasma. In den Zellen c und d ist die Zellhaut bereits stärker entwickelt und im Protoplasma haben sich mit Zellsaft erfüllte Hohlräume (Vacuolen, v) gebildet. Zwischen den fertigen Zellen liegen einzelne auch in den Zellen selbst sichtbare Zellkerne (n) mit ihrem Kernkörperchen.

wie beim Blüthenstaub in den Staubgefässen der meisten Blüthenpflanzen die einzelnen Pollenzellen.

5. Die meisten Zellen sind, wie schon die angeführten Beispiele sagen, in der Regel einzeln mit unbewaffneten Augen nicht erkennbar. Bei den einzelligen Stäbchenpilzen (Bacterien) gehören sogar oft ziemlich bedeutende Vergrösserungen dazu, um die einzelne Zelle in allen ihren Theilen deutlich wahrnehmen zu können. In anderen Fällen ist dagegen die Zelle auch für das blosse Auge sichtbar, wie z. B. in der Holzfaser mancher Bäume, dem Baumwollenhaar, bei den Armleuchtergewächsen (Characeen) und anderen. Bei einigen Algen nimmt sogar die einzelne Zelle bedeutende Dimensionen an. Die einzellige Caulerpa prolifera der wärmeren Meere misst bis zu 10 Centimeter Länge und darüber und bis zu einem Centimeter Dicke, wobei sie zugleich in ihren verschiedenen Theilen die äusseren Formen eines beblätterten und mit Wurzeln versehenen kriechenden Stengels nachahmt und so ein treffliches Beispiel für die höchste Formenmannigfaltigkeit der Zelle bietet.

A. Die Bestandtheile der einzelnen Zelle.

6. Untersuchen wir die ausgebildete aber noch lebensfähige Zelle, so lässt diese, wie schon (in § 3) kurz erläutert wurde, bei den meisten Pflanzen unterscheiden: Zellhaut, Protoplasma, Zellkern und Zellsaft neben anderen theils im Protoplasma, theils im Zellsafte vorkommenden geformten oder auch gelösten Bestandtheilen, unter denen Stärke, Krystalle, Fetttröpfchen und von Farbstoffen das Blattgrün als die am häufigsten vorkommenden zunächst genannt werden sollen.

Von allen diesen Bestandtheilen ist das Protoplasma der wesentlichste Theil, der eigentliche lebendige Leib der Zelle. An das Vorhandensein desselben knüpfen sich die wichtigsten Lebensvorgänge in der Zelle wie in der Pflanze überhaupt, da in ihm sich die für Ernährung, Wachsthum und Fortpflanzung nothwendigen chemischen Vorgänge vollziehen. Eine Zelle, welche ihr gesammtes Protoplasma während ihrer Entwickelung aufbrauchte, ist als eine todte zu bezeichnen. Zwar braucht sie deshalb noch nicht von der Pflanze als unnütz abgestossen zu werden. Sie kann mit vielen anderen ebenfalls abgestorbenen gleichartigen Zellen als Schutz für gewisse Organe dienen, wie der Kork. Oder sie übernimmt in ihrer stehenbleibenden festen Wand den Transport des Wassers und der in ihm gelösten Stoffe, da dieser sich an gewisse auch der todten Zellhaut eigene physikalische Bedingungen knüpft. Sie kann dagegen weder durch Grössenzunahme wachsen, noch sich in irgend einer Weise vermehren und durch Beides zum Wachsthum des betreffenden Organs oder der ganzen Pflanze beitragen.

7. Der Zellkern dagegen, sowie die Zellhaut, als die nächstdem in Betracht kommenden Theile der Zelle, können fehlen, ohne das Leben derselben zu beeinträchtigen. Der Zellkern verschwindet oft mit dem Alter der Zelle oder er mangelt z. B. manchen einzelligen Pflanzen von Anfang an. Ebenso giebt es unter letzteren viele, die in gewissen Entwickelungszuständen nur eine hautlose Masse von lebendem Protoplasma darstellen, an deren Umfange erst später durch die Thätigkeit des Protoplasmas eine Zellhaut ausgeschieden wird. Dergleichen hautlose Zellen nennt man nackte

oder Primordialzellen. Streng genommen beginnen die meisten Pflanzen, das winzigste Moos wie die mächtige Eiche, ihr Leben als eine solche noch nackte Zelle, wenn sie als Eizelle in den Fortpflanzungsorganen auftreten, oder als sogenannte Schwärmzelle (Fig. 3, S. 7) die starre Zellhaut verlassen, wie bei vielen Algen und Pilzen. — Auch die anderen genannten Inhaltskörper fehlen bald, bald sind sie nur vorübergehend auf längere oder kürzere Zeit in der Zelle vorhanden.

1. Das Protoplasma.

8. Das Protoplasma, kurzweg auch Plasma genannt, erscheint als eine bei den allermeisten Pflanzen von der Zellhaut eingeschlossene weichfeste, farblose, mehr oder minder durchsichtige, mit eigenthümlichen Molecularkräften ausgerüstete Masse, welche aus einem Gemenge verschiedener Eiweisskörper mit wahrscheinlich noch anderen nicht näher gekannten stickstoffhaltigen Verbindungen besteht. Es enthält stets Wasser und ist je nach der geringeren oder grösseren Menge desselben bald zäher, selbst starr und brüchig, bald mehr von der Beschaffenheit einer schleimigen Flüssigkeit, ohne jedoch jemals eine eigentliche Flüssigkeit darzustellen. Wo das Plasma körnig oder trübe erscheint, sind es zahlreiche in seiner Substanz erzeugte Fetttröpfchen oder auch wohl Stärkekörnchen, selten Körnchen von kohlensaurem Kalk (Plasmodien einiger Schleimpilze), die diese Trübung verursachen. Kleine Mengen unverbrennlicher (Aschen-) Bestandtheile sind gewöhnlich auch im Protoplasma zu finden.

9. Die Reactionen des Protoplasmas gegen chemische Mittel sind je nach der Wahl der letzteren und der jeweiligen Beschaffenheit des Plasmas selbst sehr verschieden. Durch Einwirkung wasserentziehender Mittel (Alkohol, Glycerin, Zuckerlösung) wird es zum Gerinnen gebracht, so dass es sich unter Verringerung seines Volumens von der Zellwand nach der Mitte der Zelle zurückzieht. Auch Erhitzung wasserreichen Protoplasmas auf 50—60° C. lässt dasselbe gerinnen, während wasserarmes Plasma viel höhere Wärmegrade erträgt, ohne seine Molecularstructur zu ändern. Jodlösung färbt es durch Einlagerung von Jodmolekülen braun, concentrirte Schwefelsäure bei geringem Wassergehalt rosenroth; verdünnte Kalilauge löst dasselbe schneller oder langsamer auf, concentrirte lässt es (scheinbar) lange Zeit unverändert. Wird das Protoplasma namentlich jugendlicher Organe zuerst mit einer Lösung von Kupfervitriol und nach dem Abspülen des Präparates in reinem Wasser mit Kalilauge getränkt, so nimmt es eine violette Färbung an, die stets das sicherste Erkennungszeichen für die Anwesenheit gewisser Eiweisskörper oder Proteïnstoffe im Plasma ist.

Alle diese Reagentien tödten aber auch bei ihrer Einwirkung das Protoplasma, das dann in Folge veränderter molecularer Beschaffenheit ganz andere Eigenschaften zeigt. Während z. B. das lebende Plasma durch Lösungen von Farbstoffen, wie sie beispielsweise im Zellsafte von Blüthen vorkommen, nicht gefärbt wird, nimmt es diese Farbstoffe begierig auf oder lässt dieselben durchtreten, wenn es vorher getödtet wurde.

10. An seiner Aussenfläche oder da, wo es bei umhäuteten Zellen sich der Innenfläche der Zellwand anlegt, zeigt das Protoplasma stets eine dichtere, festere Hüllschicht, die Hautschicht oder den Primordial-

schlauch. Diese Hautschicht ist frei von den körnigen Bildungen, die das übrige Plasma, die sogenannte Körnerschicht desselben, fast immer auszeichnen. An Masse steht sie der letzteren stets nach; oft ist sie so zart, dass sie erst bei Anwendung von Reagentien, besonders wasserentziehender Mittel, sichtbar wird. Nach aussen ist die Hautschicht scharf abgegrenzt, nach innen geht sie allmälig in die Körnerschicht über. In ihren Reactionen stimmt sie mit dem übrigen Plasma überein; sie ist also wohl dieselbe chemische Verbindung, wie die homogene Grundmasse des übrigen Protoplasmas.

11. Das Protoplasma, welches in jugendlichen Zellen den ganzen Innenraum derselben ausfüllt, vermehrt mit dem Wachsthum der Zelle sein Volumen meistens nicht in dem Maasse, wie die Zelle an Umfang zunimmt. Es bilden sich daher bald im Innern des Plasmas Hohlräume, in welche von dem Protoplasma ausgeschiedenes Wasser tritt, das aber wohl verschiedene im Plasma befindliche Stoffe gelöst enthält. Dem Beobachter erscheinen diese Hohlräume oder Vacuolen als hellere, scharf umschriebene Flecke (Fig. 1 d, v). Wahrscheinlich wird auch gegen jede Vacuole hin das Protoplasma durch eine Hautschicht begrenzt.

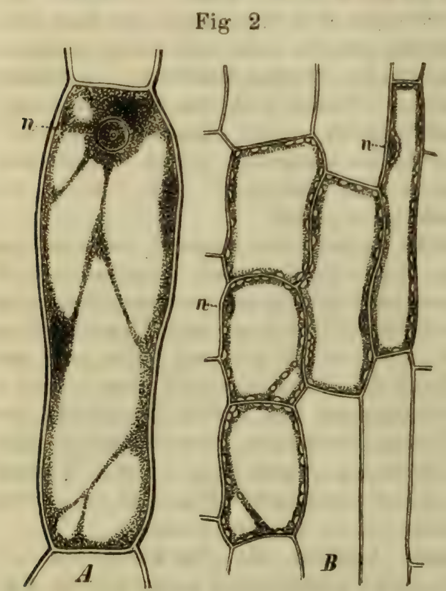
Die kleineren Vacuolen, welche gewöhnlich zunächst zerstreut im Plasma auftreten, fliessen mit dem Wachsthum der Zelle gewöhnlich bald zu grösseren zusammen. Zuletzt entsteht meistens ein zusammenhängender grösserer Saftraum, der noch von dünnen Plasmafäden oder Plasmabändern durchsetzt werden kann (Fig. 2 A), die sehr oft dann den Zellenkern wie in einem Netz schwebend in der Zelle enthalten; oder auch diese letzteren verschwinden und das gesammte Protoplasma tritt an die Innenfläche der Zellwand zurück, diese wie eine Tapete in dünnerer oder dickerer Schicht auskleidend (Fig. 2 B). Dieser Bewegung folgen auch die dem Plasma eingelagerten Körper: Zellenkern, Chlorophyllkörner (Fig. 2 B) etc. finden sich daher später auch im wandständigen Protoplasma.

Bei manchen niederen Algen besitzen die Schwärmzellen an ihrem Vorderende eine oder zwei pulsirende oder contractile Vacuolen, d. h. Vacuolen, die in kurzen Zeiträumen mit grosser Regelmässigkeit abwechselnd verschwinden und wieder auftauchen. Veranlasst wird die Erscheinung dadurch, dass das umgebende Plasma die Vacuolenflüssigkeit bald aufnimmt und an deren Stelle tritt, kurz darauf aber dieselbe wieder ausscheidet.

12. Die Lebensvorgänge im Protoplasma der Zelle sind stets mit Ortsveränderungen (Bewegungen) der kleinsten, leicht verschiebbaren Theile desselben verbunden, die wohl darauf beruhen, dass niemals weder die molecularen noch die chemischen Kräfte des Plasmaleibes ins Gleichgewicht kommen, sondern jede Aenderung in äusseren Einflüssen wie in der chemischen Zusammensetzung der einzelnen Theile eine fortwährende Aenderung auch der Anordnung und damit eine Bewegung derselben herbeiführt. Schon das Zurücktreten des Plasmas zum wandständigen Plasmasack stark wachsender Zellen setzt solche Bewegungen voraus, die aber wegen der Langsamkeit, mit der sie vollführt werden, sich dem beobachtenden Auge meist entziehen. Treten dagegen derartige Verschiebungen im Plasmakörper mit grösserer Energie auf, so wird eine Bewegung desselben unmittelbar sichtbar.

Die innerhalb der geschlossenen Zelle stattfindende Plasmaströmung lässt sich auf zwei wenn auch nicht scharf geschiedene Arten der Bewegung zurückführen. Bewegt sich die gesammte Masse des Plasmas innerhalb eines breiten, in sich selbst zurückkehrenden, die ganze Wandfläche einnehmenden Stromes, so sprechen wir von Rotation des Protoplasmas (Fig. 2 B). Dieselbe findet sich sehr schön in den Blattzellen von Vallisneria und Elodea, in den Wurzelhaaren von Hydrocharis u. s. w. Stellen dagegen viele durch den Saftraum der Zelle gespannte, einfache oder verästelte Plasmafäden, sowie Leisten des wandständigen Protoplasmas eben so viele Strombahnen dar, in denen die Bewegung des Plasmas nach verschiedenen gewöhnlich vom Zellkern ausstrahlenden Richtungen hin stattfindet, so haben wir die in vielen Haarzellen (Tradescantia — Fig. 2 A —, Urtica u. s. w.) auftretende Circulation, welche in Folge des Verschwindens alter und Auftretens neuer Stränge in stetem Wechsel begriffen ist. In beiden Fällen schliessen wir aus der Ortsveränderung der dem Plasma eingebetteten Körper (Chlorophyllkörner — Fig. 2 B, Fetttröpfchen — Fig. 2 A) auf die Bewegung der Grundmasse des Protoplasmas. Auch der oft scheinbar ruhende Zellkern wird stets von der Strömung in der Zelle herumgeführt.

Fig 2



13. Nackte, frei lebende Zellen zeigen oft eigenthümliche Bewegungserscheinungen. Bei den beweglichen Schwärmzellen (Myxamöben) der Schleimpilze oder Myxomyceten besteht diese in einem fortwährenden Ausstrahlen und wieder Einziehen fadenartiger Lappen (Scheinfüsse, Pseudopodien) des Plasmakörpers, wodurch nicht allein die Gestalt desselben stetig verändert wird (Fig. 3), sondern derselbe auch auf seiner Unterlage fortkriecht. Treten während des Entwickelungsganges derartiger Schleimpilze zahlreiche Myxamöben zu grösseren meist plattenartigen Plasmamassen oder Plasmodien zusammen, so setzen diese die als amöbenartige Bewegung bezeichnete Gestaltveränderung ihres Körpers fort, zu der gewöhnlich noch eine Strömung einzelner Plasmastränge im Körperinneren tritt.

Die Schwärmzellen von Algen und Pilzen und die Spermatozoiden oder Samenkörper der meisten Kryptogamen besitzen an bestimmten

Fig. 2. Zelle aus einem Staubfadenhaare der Tradescantia virginica (Vergr. 300). B. Einige Zellen aus dem Blatte von Elodea canadensis (Vergr. 240). n Zellkern. Die hellen Körper im wandständigen Plasma von Elodea sind Chlorophyllkörner.

Fig. 3.



Stellen ihres hautlosen Plasmakörpers feine Plasmafäden (Cilien oder Wimpern), welche eine fadenförmige Ausstrahlung der Hautschicht desselben sind. Vermöge eigenthümlicher, sehr rasch erfolgender Ortsveränderungen des Plasmas in diesen Wimpern werden dieselben schraubenartig verkürzt und wieder gestreckt, durch die in Folge davon eintretende lebhafte Schwingung der Wimpern aber die ganze Zelle unter Drehung um ihre Längsachse im Wasser vorwärts bewegt.

14. Die sichtbaren Bewegungen des Plasmas sind von manchen äusseren Einflüssen abhängig. Sie finden nur bei gewissen Wärmegraden in der Weise statt, dass Erniedrigung der Temperatur so wie Erhöhung derselben über gewisse Grade hinaus die Strömung vorübergehend aufhebt, wenn die Einwirkung nur kurze Zeit dauert, für immer und gleichzeitig das Protoplasma tödtend bei länger dauernder Wirkung. Für Nitella syncarpa (Armleuchtergewächse) liegt die untere Grenze bei 0°, die obere bei 37° C., während in den Haaren des Kürbis die Strömung innerhalb der Grenzen von 10–11° und 49–50,5° C. Lufttemperatur stattfindet, in Wasser von 47–48° C. dagegen bereits binnen einer Minute aufhört.

Schwache und constante elektrische Strömungen bewirken in der Plasmabewegung keine sichtbaren Aenderungen, stärkere jedoch, sowie kräftigere Inductionsschläge eine vorübergehende Störung oder bei längerer oder stärkerer Einwirkung endlich Tödtung des Protoplasmas überhaupt. Die dabei hervortretenden Veränderungen und Erscheinungen sind denen bei Wärmeeinwirkungen ähnlich. — Vorübergehender schwächerer Druck lässt die Strömung für eine Zeit lang stillstehen, Mangel an Sauerstoff dieselbe ganz aufhören.

Auch das Licht übt einen bestimmten Einfluss auf die lebhafteren Bewegungen des Protoplasmas aus. Bei stärkerer einseitiger Beleuchtung sammelt sich das Plasma (und die in ihm enthaltenen Chlorophyllkörner) vorwiegend an den stärker beleuchteten Stellen der Zellwand an. Mit eintretender Dunkelheit wandert bei Moosblättern und Vorkeimen von Farnen das Plasma mit dem Chlorophyll an die Seitenwände der Zellen, und tritt mit beginnender Beleuchtung wieder an die freien Ober- und Unterflächen derselben. Die Plasmodien (§ 13.) gewisser Schleimpilze kriechen oft im Finstern an die Oberfläche ihres Substrates, im Lichte dagegen in dasselbe zurück. — Die stark brechbaren Strahlen (blaue, violette) des Lichtes haben dabei alleinigen Einfluss auf derartige Bewegungen; die minder brechbaren (rothen) Strahlen wirken wie Dunkelheit.

15. Oft nehmen bestimmte Theile des Protoplasmas krystallähnliche Formen von Würfeln, Tetraëdern, Octaëdern u. s. w. an. Man bezeichnet dieselben dann als Krystalloide. Mit dem gewöhnlichen Plasma stim-

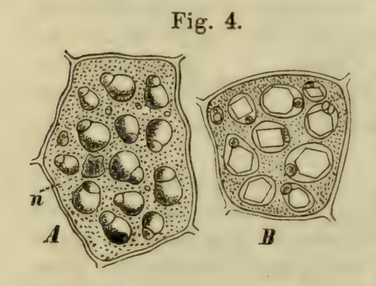
---

Fig. 3. Junge Schwärmzellen (Myxamöben) von Dictyostelium mucoroides (Vergr. 200) am Tage nach der Keimung der Sporen. Nach Brefeld.

men diesselben in allen Reactionen überein. Von echten Krystallen anorganischer Körper (z. B. dem in der Zelle oft vorkommenden oxalsauren Kalke) unterscheiden sie sich durch ihre Quellbarkeit in verschiedenen Lösungen (z. B. Kalilauge), wobei ihre Winkel verändert werden. Am häufigsten finden sich Krystalloide in den Knollen der Kartoffel und in fetthaltigen Samen, dann in den Zellen der Schuppenwurz (Lathraea), in rothen Meeresalgen u. s. w. (§ 16); in manchen Blumenblättern (Viola tricolor, Orchis) und Früchten sind sie durch Farbstoffe gefärbt.

16. In den Zellen vieler fettreichen Samen, z. B. denen von Ricinus, der Paranuss etc., findet man in einer aus Fett mit geringeren Mengen von Eiweissstoffen bestehenden Grundmasse rundliche oder polyëdrische Körper, welche oft Stärkekörnern ähnlich sind: die Aleuron- oder Proteïnkörner (Fig. 4). Dieselben bestehen aus Eiweisskörpern (Proteïnstoffen), die entweder eine homogene Masse bilden, oder von denen ein Theil die Gestalt eines Krystalloides zeigt, welches als Einschluss im Aleuronkorne liegt (Fig. 4 B). Ausserdem finden sich als weitere Einschlüsse in fast jedem Aleuronkorne noch Globoide, d. h. rundliche oder traubenförmige Körner, die aus einer Verbindung von Magnesia oder Kalk mit einer gepaarten Phosphorsäure bestehen (Fig. 4 B, die dunklen Körper); seltener sind Einzelkrystalle oder Drusen von oxalsaurem Kalke.

Fig. 4.



Die krystalloidfreien Aleuronkörner sind in Wasser vollständig oder theilweise oder garnicht (Cynoglossum) löslich, so dass zum Zwecke der Beobachtung die Zellen in concentrirtes Glycerin, sublimathaltigen Alkohol etc. gelegt werden müssen, die von der Substanz des Aleuronkornes nichts lösen. Sie lösen sich dagegen stets sofort bei Zusatz einer sehr geringen Menge Kali unter Zurücklassung eines das Korn umgebenden Häutchens. Eingeschlossene Krystalloide werden in Wasser nicht, von verdünntem Kali aber wie das Aleuronkorn selbst gelöst. Die Globoide lösen sich in allen unorganischen Säuren, in Essigsäure u. s. w., aber nicht in Kalilauge. Nach Lösung der Proteïnkörner und ihrer Einschlüsse, sowie nach Entfernung des Fettes aus dem übrigen Zellinhalte, bleibt dann die Grundmasse des letzteren als ein aus Eiweissstoffen bestehendes Netzwerk in der Zelle zurück, in dem die früher anwesenden Aleuronkörner durch eben so viele Hohlräume angedeutet sind.

17. Die Bildung der Aleuronkörner im Samen erfolgt erst, wenn dieser der Reife nahe ist und auszutrocknen beginnt. Krystalloide, Globoide und Krystalle treten dagegen schon früher in dem trüben Inhalte der Zelle auf und werden später von der aus letzterem sich ausscheidenden amorphen Grundmasse des Aleuronkornes umhüllt. War vorher Stärke in der Zelle anwesend, so wird diese vor dem Erscheinen der Aleuron-

---

Fig. 4. Zwei Zellen aus dem Sameneiweiss von Ricinus communis (Vergr. 400) nach Pfeffer. A in Oel liegend, B nach Behandlung mit sublimathaltigem Alkohol in Wasser. n Zellkern.

körner ganz oder theilweise in Fett umgewandelt. Durch Wasserverlust wird schliesslich der übrige Zelleninhalt geklärt.

Bei der Keimung des Samens werden die Proteïnkörner wieder gelöst und mit dem übrigen Zellinhalte gemischt, so dass eine ähnliche trübe Masse entsteht, wie sie vor Bildung der Aleuronkörner in der Zelle vorhanden war. Auch die Globoide und Krystalloide lösen sich, letztere sehr bald, erstere gewöhnlich später, während eingeschlossen gewesener oxalsaurer Kalk ungelöst zurückbleibt.

2. Der Zellkern.

18. Der Zellkern (Nucleus, Cytoblast) fehlt den Zellen mancher niederen Pflanzen, ist aber bei den meisten Gewächsen ein beständiger Bestandtheil des Zellinhaltes, der namentlich zur Zellenbildung und Zelltheilung (§ 55—59) in bestimmter Beziehung steht. In seinem chemischen Verhalten stimmt der Zellkern in jeder Hinsicht mit dem Protoplasma überein; er ist ein differenzirter Theil desselben, von meistens annähernd kugeliger oder dick-linsenförmiger Gestalt. An seiner Aussenfläche ist er, wie das übrige Plasma, von einer Hautschicht umgeben; seine übrige Masse enthält meistens noch eine oder zwei scharf umschriebene, rundliche Plasmakörnchen, die Kernkörperchen (Nucleoli — Fig. 1), sowie häufig Vacuolen, die ihm sogar ein schaumiges Aussehen ertheilen können.

Der lebensfähige Zellkern, der gegen äussere Einflüsse noch empfindlicher zu sein scheint, als das übrige Protoplasma, ist dem letzteren stets eingebettet Er folgt den Bewegungen desselben, wenn es sich an die Wand zurückzieht, und wird ebenfalls wandständig oder bleibt in einem Netzwerk von Plasmasträngen aufgehängt (§ 11). Vom strömenden Plasma scheinbar passiv mit fortgeführt, ändert der Kern seine Gestalt während seiner Wanderung durch die Zelle, indem er eine meistens in der jedesmaligen Wegrichtung gestreckte, unregelmässig-längliche Form zeigt.

3. Die Zellhaut.

19. Die Zellhaut (Zellmembran, Cellulosemembran) erscheint bei jugendlichen Zellen als ein zartes, elastisches, glashelles, farbloses Häutchen von oft unmessbarer Dicke, ohne alle sichtbare Oeffnungen, aber für Flüssigkeiten wie Gase dennoch durchdringbar (permeabel). Sie besteht in diesem Alter aus reiner Cellulose (Kohlehydrat von der Formel $C_{12}H_{10}O_{10}$) mit dem nöthigen Wasser (Organisationswasser). Mit dem Aelterwerden der Zelle ändert sich jedoch dieser Charakter meistens bedeutend. Die Zellhaut wächst in der Richtung der Fläche wie der Dicke; Einlagerung fremdartiger Substanzen und ungleiche Vertheilung des Wassers rufen chemische und physikalische Aenderungen hervor, welche der Membran und mit ihr der Zelle gewöhnlich ein ganz anderes Aussehen ertheilen.

20 Das Flächenwachsthum der Membran hat eine Vergrösserung der Zelle zur Folge, bei welcher entweder die Form der letzteren im Wesentlichen dieselbe bleibt, oder aber die Gestalt der Zelle mehr oder weniger verändert wird. Ersterer Fall tritt dann ein, wenn das Flächenwachsthum ein allgemeines ist, d. h. kein Punkt der Zellhaut durch Einlagerung neuen Zellstoffes bevorzugt wird, sondern diese an allen Stellen derselben nahezu gleichmässig erfolgt. Im Allgemeinen ist diese Art des

Flächenwachsthums die seltenere; sie findet sich vorzüglich nur bei freiliegenden Zellen, wie manchen Pollenkörnern und Sporen.

Meistens findet an einzelnen Stellen des Zellenumfanges stärkeres Flächenwachsthum der Membran statt, als an dazwischenliegenden, wo dasselbe entweder nur langsam erfolgt, oder später gar vollständig erlischt: locales Flächenwachsthum. Je nachdem mehr oder weniger Punkte der Zellhaut auf solche Weise bevorzugt werden und das Wachsthum an den einzelnen Stellen längere oder kürzere Zeit dauert, wird die Gestalt der Zelle zu regelmässigen oder unregelmässigen Formen in höherem oder geringerem Grade geändert (Vgl. Fig. 5 in § 23 und Fig. 11, § 51), wie dies die Gewebe jeder höher organisirten Pflanze in mannigfaltiger Weise zeigen. Dabei können zwei Fälle eines solchen localisirten Flächenwachsthums unterschieden werden: intercalares und Spitzen-Wachsthum

21. Intercalares Flächenwachsthum findet dann statt, wenn die Einlagerung neuen Zellstoffs nur innerhalb einer gürtelförmigen Zone der Zellwand erfolgt, so dass zwischen ältere, nicht wachsende Zonen derselben ein neues Membranstück eingeschoben wird. Den eigenthümlichsten derartigen Fall zeigen die Zelltheilungen der Algengattung Oedogonium (§ 60 Fig. 14). Die Gestalt der Zelle bleibt in diesem Falle wesentlich unverändert.

Geschieht dagegen die Einlagerung neuer Cellulosemoleküle an einer oder an einzelnen kreisförmig umschriebenen Stellen der Membran am stärksten, um von hier aus radienförmig allmälig abzunehmen oder gar aufzuhören, so redet man von Spitzenwachsthum. Bei einzelligen Fadenalgen (Vaucheria) und Haaren sind es die Enden der Zweige, bei vielzelligen Fadenalgen, Fadenpilzen und Haaren die Endzellen der Aeste, die an ihren meist kuppelförmig gewölbten Enden solches Spitzenwachsthum am instructivsten zeigen. Durch Auftreten neuer Punkte mit Spitzenwachsthum werden durch Vorstülpung der Zellhaut in derartigen Fällen neue Verzweigungen der Zelle, respective des Zellenfadens erzeugt. — Doch auch bei höheren Pflanzen zeigen Zellen der verschiedensten Gewebe ein solches Spitzenwachsthum. Die Oberhautzellen mancher Organe (Blumenblätter) erheben sich oft in dieser Weise zu Papillen. Holz- und Bastzellen des Stengels erhalten in Folge dessen ihre Zuspitzung und letztere die bei manchen Pflanzen häufig zu beobachtenden Verzweigungen, die auch bei Steinzellen (Fig. 5 in § 23) nicht selten sind. Die sternförmigen Zellen des Markes mancher Pflanzen (Juncus etc. — vgl. auch Fig. 11 in § 51) erklären sich durch Auftreten von Spitzenwachsthum an mehreren Stellen des Zellenumfanges und ebenso muss die Entstehung der Thyllen in den Gefässen mancher Holzgewächse (§ 86a), die Form der wellig gebuchteten Oberhautzellen, etc. etc auf dieselbe Ursache zurückgeführt werden.

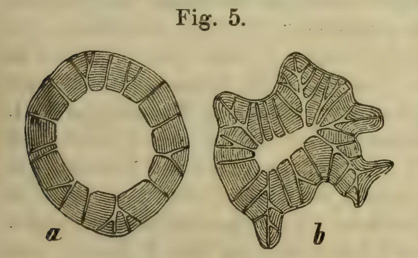
22. Das Dickenwachsthum der Zellwand kann ebenfalls in ein allgemeines und locales, letzteres dann als centripetales und centrifugales getrennt werden Die verschiedenen Erscheinungen desselben gehen entweder mit dem Flächenwachsthum der Membran gleichzeitig vor sich, oder das Dickenwachsthum erfolgt erst, wenn ersteres bereits erloschen ist.

Allgemeines Dickenwachsthum der Zellhaut lässt diese gleichmässig oder doch nahezu gleichmässig im Querdurchmesser zunehmen, wobei entweder die Weite der Zellhöhlung dieselbe bleibt, wenn ein

gleichzeitiges entsprechendes Flächenwachsthum stattfindet, oder aber das Lumen der Zelle mehr oder weniger, oft bis zum fast völligen Verschwinden desselben, verengert wird, wenn das Dickenwachsthum der Membran die Flächenvergrösserung derselben (das Wachsthum der Zelle) bedeutend überwiegt. In den allermeisten Fällen findet ein solches gleichmässiges Dickenwachsthum nur in der frühesten Jugend der Zelle statt. Später werden einzelne Stellen der Membran durch stärkere Einlagerung von Cellulose bevorzugt: das Dickenwachsthum wird localisirt.

23. Oft werden nur Stellen geringen Umfanges vom localen centripetalen Dickenwachsthum der Zellhaut ausgeschlossen. Diese sind dann als dünnere Stellen derselben durch andere Lichtbrechung ausgezeichnet: sie erscheinen als hellere, meist röthlich aussehende Fleckchen oder Tüpfel, die entweder unregelmässig über die Membran verstreut liegen (Fig. 7, f) oder sich in Spirallinien ordnen (Fig. 7, g). Ihrer Gestalt nach sind die Tüpfel entweder kreisförmig oder nahezu so, oval (Fig. 7 f, g), oder namentlich bei spiralig angeordneten oft spaltenförmig gestreckt. Spaltenförmige Tüpfel nehmen bei polygonalen Zellen oft die ganze Wandbreite ein. Sind sie in diesem Falle dicht übereinander gestellt, so dass die verdickten Stellen der Zellwand wie Querleisten zwischen ihnen erscheinen, so ist die Verdickung eine leiter- oder treppenförmige (Treppengefässe, besonders bei Farnen — Fig. 7, c). Bei starker Verdickung der Zellwand bleiben die einmal vom Dickenwachsthum ausgeschlossenen Stellen derselben auch später von diesem frei. In der Wand erscheinen dann engere oder weitere, einfache oder verästelte Tüpfelkanäle (Fig. 5). Da an den entsprechenden Stellen der Scheidewand benachbarter Zellen die Tüpfelbildung in gleichem Sinne erfolgt, so stehen Tüpfel wie Tüpfelkanäle hier stets einander gegenüber (Fig. 6, t). Für sehr dickwandige, noch lebende Zellen ist für den Austausch des Baumateriales für die einzelnen Zellen diese Stellung gewiss die vortheilhafteste, da an den dünnen Stellen der Wand die Diffusionsvorgänge leichter und rascher stattfinden müssen, als an den stärkeren. Wir finden daher z. B. den Plasmainhalt der Zelle auch in den Tüpfelkanälen (Fig. 6).

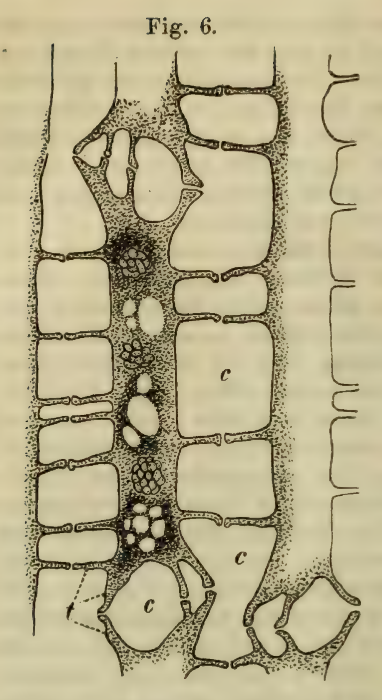
Fig. 5.



Bei stärkerem Dickenwachsthum wird oft der Tüpfelkanal nach dem Innenraume der Zelle zu erweitert oder (in den meisten Fällen) verengt und durch die vorspringenden Verdickungsmassen überwölbt. Es erscheint dann bei gewisser Einstellung des Mikroskopes der Tüpfel als aus zwei concentrischen Tüpfeln gebildet (Fig. 7, g, h), von denen der eine scheinbare Tüpfel der Aussen-, der andere der Innnenmündung des dann kurzen Tüpfelkanales angehört: gehöfte Tüpfel. Innen- und Aussenmündung können dabei gleich (Fig. 7, h) oder ungleich gestaltet (Fig. 7, g) sein.

Fig. 5. Steinzellen aus dem Fruchtfleische von Olea undulata (Vergr. 240); a regelmässige, b durch locales Flächenwachsthum unregelmässig gewordene Zelle, bei beiden die geschichtete Membran von einfachen und verästelten Tüpfelkanälen durchsetzt.

Fig. 6.



Aenderung der Wachsthumsrichtung während der Bildung spaltenförmiger Tüpfel lässt diese als zwei gekreuzte Spalten erscheinen (so bei manchen Holzzellen).

24. Wird in einem späteren Alter der Zellwand die dünne Tüpfelmembran gelöst (resorbirt), so tritt zwischen den benachbarten Zellen freie Communication vermittelst Porenkanälen ein. Die Durchbrechung der Gefäss-Scheidewände, namentlich die leiterförmige (§ 86a), sowie die sogenannten Doppeltüpfel der Nadelhölzer bieten dafür unter vielen anderen charakteristische Beispiele. Letztere sind gehöfte Tüpfel auf den Radialwänden der Holzzellen (Fig. 7, h), bei denen während des Verlaufes der Tüpfelbildung die Tüpfelmembran halblinsenförmig überwölbt wird, so dass an den entsprechenden Stellen der Längsscheidewand zweier Holzzellen ein linsenförmiger Hohlraum durch eine zarte Membran in zwei gleichgestaltete Fächer getrennt erscheint (Fig. 7, k), die beim späteren Verschwinden dieser Membran zu einem einzigen linsenförmigen Hohlraum vereinigt werden (Fig. 7, i).

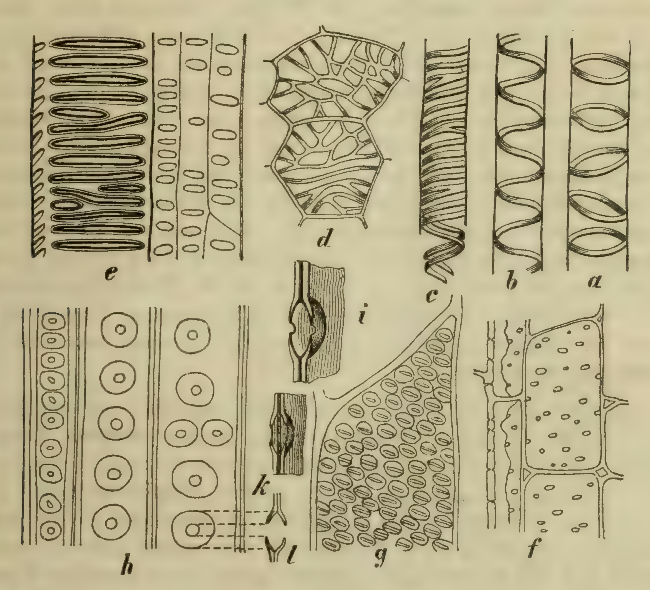
25. Häufig erfolgt auch locale Verdickung der Zellwand im Verlaufe ringförmig, spiralig oder netzförmig geordneter Streifen derselben, so dass die verdickten Partieen als Ring-, Spiral- oder Netzleisten in das Innere der Zelle vorragen (Fig. 7, a—d). Oft werden diese bereits innerhalb der Pflanze durch Zerstörung der dünneren Wandstellen frei, oder sie lassen sich, wie die Spiralfasern vieler Zellen, mit Leichtigkeit als Schraubenbänder ablösen (Fig. 7, c), oder es geschieht dies auf gewissen Entwickelungsstadien eines Organes freiwillig (beim Ausfallen der reifen Samen von Magnolia). Alle beschriebenen Membranverdickungen treten bald für sich allein, bald zu mehreren gleichzeitig auf der Zellwand auf. Die Holzzellen der Linde zeigen oft Tüpfel und Spiralfasern gleichzeitig; ebenso ist es beim Taxus. Auch Ring- und Spiralverdickungen etc. können in einer Zelle neben einander vorhanden sein.

Seltener sind bei localem centripetalem Dickenwachsthum eng umschriebene zapfen- oder höckerartige Vorsprünge auf der Innenfläche der Zellhaut, während diese selbst an den meisten Stellen unverdickt bleibt (Wurzelhaare von Marchantia), oder gestielte traubenförmige Körper (Cy-

Fig. 6. Längsschnitt aus dem Sameneiweiss der Elfenbeinnuss, Phytelephas macrocarpa (Vergr. 240). c. die verdickte Zellwand, deren Umriss gegen die benachbarten Zellen durch eine die Enden der Tüpfelkanäle (t) verbindende Linie erlangt wird. Nur in einer Zelle wurde der Inhalt vollständig wiedergegeben.

stolithen § 33), wie sie im Blattgewebe der Moreen (Ficus elastica) und im Rindengewebe der Acanthaceen häufig vorkommen, oder endlich einfache oder verzweigte Zellstofffäden und Balken, welche die Zellhöhlung nach verschiedenen Richtungen quer durchsetzen und beiderseits mit der Membran in Verbindung stehen (Caulerpa, Mark von Kerria, Ricinus u. s. w.).

Fig. 7.



26. Locales centrifugales Dickenwachsthum pflanzlicher Membranen findet nur bei frei vegetirenden einzelligen Organismen (einzellige Algen) oder an Zellen statt, welche frei liegen und mit der Luft oder mit Wasser in Berührung stehen, oder an innere Hohlräume des Pflanzengewebes grenzen. Die Verdickungen können hier an der Aussenfläche der Membran in Form mannigfaltig gestalteter Warzen, Stacheln, Leisten, Kämme u. s. w. auftreten (Blüthenstaub, Sporen, Cuticularleisten der Oberhautzellen etc.). In den Intercellularräumen vieler Farnkräuter spannen sich derartige Verdickungen oft wie zarte Fäden zwischen den gegenüberstehenden Zellwänden aus.

Fig. 7. a Stück eines Ringgefässes. b Stück eines Spiralgefässes mit einfacher, weitgewundener Spiralfaser. c. Stück eines Spiralgefässes mit enggewundener, stellenweise verzweigter und doppelt verlaufender Spiralfaser. d. Zwei Glieder eines Netzgefässes aus dem Stengelknoten der Garten-Balsamine. e. Stücke von zwei getüpfelten Gefässen aus dem Blattstiele von Alsophila australis, das links gelegene mit leiterförmiger Verdickung. f. Einfach getüpfelte Zellen aus dem Marke der Doldenstiele von Myrrhis odorata; links sind zwei Zellen angeschnitten und die kurzen Tüpfelkanäle im Durchschnitt zu sehen. g. Stück eines Gefässes von Sassafras officinalis mit gehöften Tüpfeln. h. Stücke von engeren und weiteren Holzzellen der Kiefer mit gehöften (Doppel-) Tüpfeln; i. ein solcher halbirt im älteren, k. im jüngeren Zustande halb von der Seite, l. ein fertiger Tüpfel im Tangentialschnitt gesehen. (Vergr. der Fig. a—h = 240.)

27. Dass die Substanz der Zellhaut (die Cellulose) von dem Protoplasma ausgeschieden wird, beweist die Umhüllung nackter oder Primordialzellen (z. B. Schwärmzellen von Algen) mit einer Cellulosemembran. In welcher Form aber die Cellulose vor ihrer Ausscheidung im Plasma enthalten ist, ist unbekannt. Auch die für das Flächen- wie Dickenwachsthum nöthige Cellulose ist ein Product des lebenden Protoplasmas, das wohl in der gesammten Masse desselben zur Bildung gelangen kann, auch wenn es später nur an bestimmten Punkten der Membran abgesetzt wird. Die Zellwand kann daher auch nur so lange wachsen, als sie überhaupt mit dem Protoplasma in inniger Berührung steht. Die Annahme aber, als ob die Abscheidung der Cellulose beim Dickenwachsthum der Zellhaut so erfolge, dass aus dem Plasma neue Zellhautschichten auf die Innenfläche der bereits vorhandenen Membran, etwa wie Schlammmassen aus thonigen Gewässern, niedergeschlagen werden (eine ältere, auch für das Wachsthum der Stärkekörner verwendete Ansicht — § 42), ist unstatthaft. Vielmehr erfolgt das Dicken- wie Flächenwachsthum aller Membranen nur durch die Einlagerung (Intussusception) neuer Cellulosemoleküle in die Molecularinterstitien der bereits vorhandenen. Je nachdem diese Einlagerung vorzüglich in der Richtung der Fläche oder der Dicke erfolgt, herrscht entweder Flächen- oder Dickenwachsthum vor.

28. Die Annahme der Zusammensetzung der Zellhaut und ähnlich organisirter Körper (z. B. der Stärkekörner) aus krystallinischen, doppelt-lichtbrechenden, optisch-zweiaxigen Molekülen ergiebt sich mit Sicherheit schon aus dem Verhalten der Zellmembranen gegen polarisirtes Licht (Demonstrationsobjecte: Holzzellen von Coniferen, dickwandige Zellen der Elfenbeinnuss etc.). Jedes Molekül denken wir uns wieder aus Atomen zusammengesetzt und für Wasser nicht durchdringbar, aber von einer Wasserhülle (Imbibitionswasser) umgeben, die sich durch Zutritt neuen Wassers vergrössern, durch Verdunstung desselben verkleinern kann. Gänzlicher Wasserverlust würde vollständiges Aneinanderrücken der Moleküle zur Folge haben, die daher, da Vorhandensein von Luft zwischen ihnen wegen bleibender Durchsichtigkeit der Membran ausgeschlossen ist, genau ineinander greifen müssen. Wasseraufnahme wird die Moleküle von einander entfernen. Bei Annahme gleich dicker Wasserhüllen für sämmtliche Zellstoffmoleküle wird ferner mit Zunahme der Grösse des einzelnen Moleküls die Masse an fester Substanz, mithin die Dichtigkeit der Membran zunehmen.

Bei der Einlagerung neuen, vom Plasma gebildeten Zellstoffes in die Membran können nun die bereits vorhandenen Cellulosemoleküle derselben durch Auflagerung (Apposition) neuer Zellstoffatome vergrössert und damit Flächen- wie Dickenzunahme der Membran bewirkt werden. Wahrscheinlicher jedoch ist es, dass in den Zwischenräumen der Moleküle neue Zellstoffmoleküle aus der eingedrungenen Ernährungsflüssigkeit sich bilden, welche wachsend die vorhandenen älteren Moleküle auseinander drängen und somit das Volumen der Zellhaut vergrössern, oder dass beide Vorgänge gleichzeitig an verschiedenen Punkten stattfinden.

29. Mit dem Wachsthum der Zellhaut durch Intussusception gehen andere Erscheinungen im späteren Bau derselben Hand in Hand. Zu-

nächst finden wir, namentlich bei stärkerem Dickenwachsthum, die Membran gewöhnlich aus concentrisch gelagerten Schichten oder Lamellen verschiedener Lichtbrechungsfähigkeit zusammengesetzt, d. h. aus abwechselnd stärker und schwächer lichtbrechenden Zellstofflagen gebildet: Schichtung der Zellhäute (Fig. 5, S. 11). Die stärker lichtbrechenden Lamellen sind reicher an Zellstoff, ärmer an Wasser, also dichter als die weniger stark das Licht brechenden, welche mehr Wasser und weniger Zellstoff führen. Je wasserreicher eine solche Lamelle ist, um so dicker sind die Wasserhüllen, um so kleiner die Moleküle fester Substanz. Die innerste Lamelle der Zellhaut ist dabei stets eine dichte Schicht, was allein schon die Annahme eines Dickenwachsthums durch Apposition unmöglich macht. Wasserzuführung wie Wasserentziehung ändern den Schichtenwechsel bis zum völligen Verschwinden dadurch, dass die wasserarmen Lamellen in einem Falle durch stärkere Wassereinlagerung, d. h. durch Vergrösserung der Wasserhüllen der Moleküle, wasserreicher, im anderen Falle die wasserreicheren Schichten durch Verringerung der einzelnen Wasserhüllen wasserärmer werden, mithin im Grade der Lichtbrechung in beiden Fällen eine Annäherung der Schichten stattfindet.

Auf gleichen Erscheinungen, wie die Schichtung, beruht auch die Streifung der Membran, nur dass hier die wasserarmen und wasserreichen Stellen der Zellhaut nicht in concentrischer Lagerung, sondern in der Richtung der Fläche in ring- oder spiralförmiger Anordnung auftreten. Die Holz- und Bastzellen, verschiedener Pflanzen (Nadelhölzer — bei denen die Streifung der Holzzellen durch Austrocknen derselben noch deutlicher in Folge des Einsinkens der weichen Partieen hervortritt — Apocyneen etc.) bieten hierfür schöne Beispiele. Die durch die ganze Dicke der Zellwand gehenden Streifen sind gewöhnlich in zwei sich kreuzenden Systemen vorhanden, wodurch in Folge der Kreuzung wasserarmer Streifen Partieen grösster, durch Kreuzung wasserreicher Streifen solche geringster, endlich durch Kreuzung wasserarmer nnd wasserreicher Streifen Stellen mittlerer Dichtigkeit entstehen. Nehmen wir zur Streifung der Membran noch die gleichzeitige Schichtung derselben, so werden diese einzelnen prismatischen Stücke der Zellhaut dadurch in hinter einander gelegene dichtere und weniger dichte Abtheilungen gegliedert (Gallerthüllen der Macrosporen von Marsilia und Pilularia). Die Vermehrung der Schichtung wie Streifung beruht auf Bildung wasserreicher Substanz in Mitten der dichten Partieen, also auf Spaltung je einer dichten Lamelle in zwei dichte durch Einlagerung einer weniger dichten.

30. Auch die Quellung der Zellhaut ist auf Einlagerung von Wasser in gewisse oder alle Schichten derselben zurückzuführen. Sie kann so erfolgen, dass die Molecularstructur der Membran dabei wesentlich nicht verändert wird, die letztere daher nach Entfernung des Quellungsmittels ihr früheres Volumen wieder annimmt: Quellung in reinem oder schwach angesäuertem oder alkalischem Wasser. Oder aber es wirkt das Quellungsmittel (stärkere Säuren und Alkalien, Kupferoxyd-Ammoniak) so, dass (vielleicht in Folge der Zertrümmerung der Moleküle) die gequollene Membran nach Auswaschen in reinem Wasser sich nicht wieder auf ihr früheres Volumen zusammenzieht oder gänzlich gelöst wird. Sehr schön tritt die Quellung bei verschleimten oder sogenannten Gallertmembranen auf Zusatz

von Wasser hervor. Die Oberhautzellen von Quitten- und Leinsamen, die gleichen Zellen an den Samen von Plantago Psyllium, Collomia grandiflora etc. etc., die Zellhäute der Fucaceen, mancher einzelligen Algen (Gloeocystis, Gloeocapsa) u. s. w. bieten hierfür Beispiele. In den ersteren Fällen werden durch die stark quellenden inneren Schleimschichten der Membran die äussern nicht quellungsfähigen Lamellen derselben sogar mit grosser Kraft gesprengt. Trocken zeigen derartige Membranschichten mehr oder weniger hornartige Beschaffenheit; gequollen verringert sich die Cohäsion derselben bis zum Aufhören der Membranstructur um so mehr, je grösser die Wassereinlagerung ist.

31. Die jugendliche Zellmembran besteht, wie bereits in § 19 erwähnt wurde, aus reiner Cellulose. Sie färbt sich mit Jod und Schwefelsäure oder mit Chlorzinkjod-Lösung blau und löst sich in concentrirter Schwefelsäure und in Kupferoxydammoniak. Jod allein bewirkt keine oder gelbe oder bräunliche Färbung, dagegen bei den Sporenschläuchen der Flechten, den Zellwänden der Samenlappen von Tamarindus indica etc. (sogenannte Stärkemembran) für sich allein schon Blaufärbung (wahrscheinlich in Folge der Bildung von Jodwasserstoffsäure, die auch bei anderen Membranen die Bläuung allein hervorzurufen scheint). Die Zellmembranen vieler Pilze werden durch Jod und Schwefelsäure nicht gefärbt (sogenannte Pilzcellulose).

Mit dem Alter der Membran, besonders bei beginnendem stärkeren Dickenwachsthum, treten aber in derselben häufig Veränderungen auf, welche durch Einlagerung fremder (organischer und anorganischer) Stoffe bedingt werden, die den physikalischen wie chemischen Charakter der Zellhaut wesentlich ändern. Da in den meisten Fällen nur gewisse äussere oder innere Partieen der Membran von solchen Einlagerungen betroffen werden, so veranlassen diese eine ähnliche Schichtung der Zellhaut, wie die ungleiche Vertheilung des Wassers: sie führen zur Bildung concentrisch gelagerter Schalen verschiedenen physikalischen und chemischen Charakters und ungleicher Lichtbrechung, die in mannigfacher Abwechselung in den verschiedensten Geweben auftreten, sich aber auf drei Grundformen zurückführen lassen.

32. Einmal werden gewisse Zellhautschichten in eine dehnbare, elastische, von Wasser nicht oder schwer durchdringbare, nicht quellende Substanz umgewandelt: Cuticularisirung oder Verkorkung. Dies findet statt bei den äussersten Zellhautschichten der Oberhaut (Cuticula und cuticularisirte Schichten, § 72), den trennenden Mittellamellen einer grossen Anzahl von Gewebezellen (Intercellularsubstanz, § 66), den Membranen der Korkzellen (§ 81), sowie den Aussenzellhäuten der Pollenkörner (Exine) und Sporen (Exosporium). Mit Jod und Schwefelsäure tritt in diesen cuticularisirten Membranschichten keine Blaufärbung mehr ein und in concentrirter Schwefelsäure und Kupferoxydammoniak werden dieselben nicht mehr gelöst, dagegen oft in concentrirter kochender Kalilauge, sowie in einem Gemisch von Salpetersäure mit chlorsaurem Kali (Schultze'sche Macerationsflüssigkeit).

Bei der Verholzung von Membranschichten sind gesteigerte Härte, verminderte Dehnbarbeit und leichte Durchdringbarkeit für Wasser ohne bedeutende Aufquellung die charakteristischen Merkmale (Holzzellen, Sclerenchymzellen etc.). In ihrem Verhalten gegen Jod und Schwefelsäure

sind sie cuticularisirten Membranen ähnlich. Concentrirte Schwefelsäure bewirkt meistens Lösung, Kupferoxydammoniak Quellung.

Die Verschleimung charakterisirt sich durch die Fähigkeit der betreffenden Schichten, grosse Mengen Wasser aufzunehmen und damit gallertartig unter bedeutender Vergrösserung ihres Volumens zu quellen (§ 30).

An einer und derselben Membran können diese Umänderungen in verschiedenen Schichten neben einander auftreten. Aeussere Schichten können verholzen und innere verschleimen (Holz vieler Papilionaceen) oder umgekehrt (Zellen der Fucaceen und des Endosperms von Gleditschia und Ceratonia); oder es tritt Cuticularisirung und Verschleimung ein (die in § 30 erwähnten Fälle von Samen). Meistens bleibt auch bei Cuticularisirung äusserer Schichten der Zellhaut eine innere dickere oder dünnere Lamelle reine Cellulose (Holzzellen, Oberhautzellen u. s w.). Ebenso findet Schichten- und Schalenbildung häufig gleichzeitig in derselben Membran statt.

Welche Stoffe es sind, die durch Einlagerung die erwähnten Umänderungen bewirken, lässt sich in den einzelnen Fällen schwierig oder gar nicht entscheiden. Häufig bewirken Farbstoffe eine gleichzeitige Färbung der einzelnen namentlich der cuticularisirten Schalen. Durch vorsichtige Behandlung mit verschiedenen Reagentien, welche die Molecularstructur der Membran nicht zerstören, lässt sich letztere in der Regel wieder in den Zustand zurückführen, dass sie Cellulosereaction zeigt. Einwirkung von Salpetersäure (Holzzellen) oder Kochen mit Kali (Kork) genügen oft allein schon zu diesem Zwecke.

33. Einlagerungen unverbrennlicher Substanzen (Aschenbestandtheile) finden sich in den meisten Zellhäuten, oft schon zu sehr früher Zeit. Kohlensaurer Kalk und Kieselerde sind die häufigsten derselben. Der kohlensaure Kalk tritt bald in mikroskopisch nicht mehr wahrnehmbaren krystallinischen Einlagerungen auf (Cystolithen bei Moreen und Acanthaceen — § 25) oder in mikroskopisch sichtbaren Körnchen (Corallineen etc. unter den Algen) oder in einer homogen mit den Membrantheilen vereinigten Masse, welche die optischen Eigenschaften derselben nicht stört. In diesem Falle bleibt er bei einigermassen reicherer Menge oft nach Verbrennung der organischen Substanz als ein Aschenskelet zurück, wobei es jedoch fraglich ist, ob er nicht in manchen Fällen erst als Verbrennungsprodukt aus andern Kalksalzen sich bildet. Kenntlich ist der kohlensaure Kalk an seiner Löslichkeit unter Gasentwickelung in Essigsäure, sowie die Bildung von Gypsnadeln bei Lösung in Schwefelsäure das Calciumoxyd verräth. Oxalsaurer Kalk kommt in sichtbaren Körnchen in den Membranen vieler Pilze und Flechten, Gymnospermen, dann bei Mesembryanthemum- und Sempervivum-Arten vor. Bei Dracaena und manchen Gymnospermen (am schönsten bei Welwitschia) findet er sich in oft grossen, wohl ausgebildeten Krystallen eingelagert und im Marke von Kerria und Ricinus etc. liegen Krystalldrusen in einfachen oder verzweigten Zellstofffäden, die die Zellhöhlung durchsetzen. In Form von Körnchen der Membran aufgelagert, findet man ihn bei vielen Flechten und Pilzen und in Gestalt von Sphärokrystallen (§. 47) in den Hyphenauftreibungen von Phallus caninus. Er ist in Essigsäure und Oxalsäure unlös-

lich, wird in Salz- und Salpetersäure ohne Gasentwickelung gelöst und durch Glühen in kohlensauren Kalk übergeführt (§ 51).

Kieselerde ist als Einlagerung in pflanzlichen Membranen nicht selten. Am häufigsten findet sie sich in den Zellwänden der Diatomaceen und bei höheren Pflanzen in den Oberhautzellen, doch auch im Innern der Gewebe (Blätter der Buche, des Schilfrohres u. s. w.). Wo sie in sehr grossen Mengen in der Membran auftritt (Diatomeen, Oberhaut der Schachtelhalme etc.), lässt sie nach Zerstörung der organischen Substanz der Wand durch Fäulniss oder durch Glühen für sich allein oder mit Schwefelsäure ein Skelet zurück, das alle Structureigenthümlichkeiten der lebenden Zellhaut zeigt und aus reiner Kieselerde besteht. Die als Kieselguhr, Bergmehl, Tripel u. s. w. bezeichneten Lager der Erdrinde bestehen zum grössten Theile aus den Kieselskeleten von Diatomaceen. — Andererseits wird die Kieselerde durch Flusssäure unter Zurücklassung eines Skeletes organischer Substanz aus der Membran ausgezogen.

Gleichzeitige Einlagerung von kohlensaurem Kalk und Kieselerde kommt in den Cystolithen oder Traubenkörpern (Ficus elastica) vor; hier ist der Stiel verkieselt, der eigentliche Traubenkörper verkalkt.

34. Die Art der Einlagerung fremdartiger Substanzen in die Zellhaut lässt sich in den in §§ 31—33 geschilderten Fällen in zweifacher Weise denken. Entweder sind die Moleküle der verschiedenen Substanzen (Cellulose und fremde Einlagerung) von nicht sehr verschiedener Grösse und Anordnung, so dass sie in ihrer gegenseitigen Lagerung sich beispielsweise in einem Falle wie die Steine eines Mauerwerks zu einander verhalten können; oder die regelmässige Form und Anordnung beschränkt sich nur auf die Moleküle der Cellulose, während die Moleküle der eingelagerten fremden Substanzen unregelmässig in die Molecularinterstitien eingelagert sind und die der Cellulose umgeben, wie etwa der Mörtel in einem Mauerwerk die Steine des letzteren. Die Annahme, dass die Moleküle der älteren Membran selbst aus Atomen verschiedener Substanzen zusammengesetzt seien, ist mit der Krystallnatur derselben nicht zu vereinigen.

35. Degradation oder Desorganisation der Zellwand hat bei vielen Pflanzen die Bildung von Gummi zur Folge. Die dabei betheiligten Gewebe sind bei verschiedenen Gewächsen verschiedene und auch bei einer und derselben Art nicht immer bestimmte. Im Stamme von Prunus avium entsteht das Kirschgummi bald durch Umwandlung der Gefässwände, bald in Folge der Bildung massigen, seine Zellwände später in Gummi umsetzenden Holzparenchyms; oder das normale Holzparenchym oder das Cambium, in den weitaus meisten Fällen aber der Bast sind die Bildungsheerde des Gummi. Hier beginnen die Zellwände zu quellen. Ihr reiner Zellstoff erleidet chemische Veränderungen der Art, dass die Fähigkeit, sich mit Jod und Schwefelsäure blau zu färben, verschwindet, seine Substanz aber zunächst noch unlöslich ist, im Wasser nur quillt und in diesem Stadium auch noch eine gewisse Structur der Membranen sichtbar bleibt. Später nimmt die Quellungsfähigkeit im Wasser zu und ein Theil wird sogar in diesem löslich, wenn die Umwandlung vollständiger stattfindet. Das Kirschgummi dringt dann in Folge seiner Volumenvergrösserung, wenn ihm Wege nach aussen geöffnet werden, an die Oberfläche des Stammes,

oder die an Stelle des zerstörten Gewebes tretenden Drusen desselben werden im natürlichen Laufe der Vegetation durch allmäliges Abstossen der Borke nach und nach bloss gelegt. In ähnlicher Weise entstehen durch Desorganisation der Zellwände das Gummi arabicum und Gummi Senegal in den Stämmen gewisser Acacia-Arten, der Traganth aus dem Marke und den Markstrahlen von Arten der Gattung Astragalus. Je nach der Vollständigkeit der Umwandlung unterscheidet man dabei das in Wasser zu einem klebenden Schleime lösliche Arabin (z. B. Gummi arabicum), das im Wasser nur zu einer nicht klebenden Gallerte quellende Bassorin (z. B. Traganth, der unter dem Mikroskope noch deutliche Zellstructur und Einschlüsse von Stärkekörnern aus den Markzellen zeigt), oder ein Gemisch beider (Kirschgummi), wobei das Arabin der höchsten Umwandlungsstufe entspricht.

Auch manche Gummiharze (Bdellium, Myrrhe etc.) lassen die Entstehung ihres Gummi aus Zellgewebe erkennen und gewisse Harze (z. B. das von Xanthorrhoea) scheinen ebenfalls einer Degradation der Zellwand ihre Bildung zu verdanken.

4. Das Chlorophyll und verwandte Farbstoffe.

36. Das Chlorophyll oder Blattgrün, welches die grüne Färbung gewisser Organe der Pflanze, besonders der Blätter, bedingt, ist immer an geformte Theile des Protoplasmas gebunden, die im Gegensatze zu dem eigentlichen eingelagerten Farbstoff als Chlorophyllkörper bezeichnet werden können. Bei manchen Algen (Pleurococcus etc.) ist der ganze Plasmaleib der Zelle mit Ausnahme seiner Hautschicht grün gefärbt; bei anderen Gliedern dieser Pflanzengruppe sind es sternartige (Zygnema) oder plattenförmige (Mesocarpus, Closterium) oder spiralig gewundene bandartige (Spirogyra — Fig. 11a, § 54) Theile des Protoplasmas, welche die grüne Färbung zeigen. In den Zellen der meisten Pflanzen jedoch treten die Chlorophyllkörper als rundliche, kleinere oder grössere Körner auf (Fig. 2 B auf Seite 6), die stets dem Plasma eingebettet sind und als Chlorophyllkörner bezeichnet werden (Fig. 2 B). Diese lassen an ihrem Umfange oft eine dichtere Schicht (Hautschicht), in ihrem Innern manchmal Vacuolen erkennen. Selten zeigen sie eine Sonderung in sich kreuzende Lamellen verschiedener Dichtigkeit (Bryopsis). In ihrem Verhalten gegen chemische Reagentien stimmen sie nach Entfernung des Farbstoffes in allen Theilen mit dem Protoplasma überein; sie besitzen als Grundsubstanz selbst gewöhnliches Plasma, jedoch frei von den körnigen Bildungen desselben.

37. In der jugendlichen Zelle entstehen die Chlorophyllkörner im Protoplasma dadurch, dass sich an einzelnen Stellen desselben Plasmamoleküle um gegebene Bildungspunkte zu scharf umschriebenen sphärischen Massen absondern, die in Folge anderer Dichtigkeitsverhältnisse im farblosen Plasma sichtbar werden und selber entweder zuerst farblos sind, um erst später zu ergrünen, oder aber sofort bei ihrer Entstehung (Samenlappen der Nadelhölzer, Farne) den Chlorophyllfarbstoff in sich ausbilden. In einzelnen Fällen (Sporen von Farnkräutern) ist das grün gefärbte Protoplasma zuerst in wolkigen Massen um den Zellkern gelagert, die sich erst später zu Körnern formen. Im weiteren Verlaufe ihrer Entwickelung wachsen die Chlorophyllkörner durch Einlagerung, um sich dann durch

Theilung zu vermehren. Letztere geschieht dadurch, dass sich senkrecht zum grössten Durchmesser des Kornes eine Ringfurche bildet, die tiefer werdend zuletzt dasselbe in zwei Hälften auseinander schnürt. Gute Beispiele dafür liefern die Blätter von Isoëtes, die Vorkeime von Moosen, Farnen u. s. w. Bei reicher Vermehrung rücken die Chlorophyllkörner einer Zelle schliesslich oft so dicht zusammen, dass sie durch gegenseitigen Druck polyedrische Gestalt annehmen.

38. Der Chlorophyllfarbstoff lässt sich durch Aether, Alkohol etc. aus den Chlorophyllkörpern ausziehen, so dass diese als geformte farblose Plasmakörper zurückbleiben. Die je nach dem Concentrationsgrade und der verwendeten Pflanze heller oder dunkler grüne Lösung des Farbstoffes zeigt tief blutrothe Fluorescenz und wird unter Einwirkung des Lichtes bald missfarbig. Ihr Spectrum lässt sieben Absorptionsstreifen erkennen, von denen die vier ersten in der schwächer brechbaren Hälfte bis zum Gelbgrün, drei in dem stärker brechbaren Theile desselben liegen. Ganz besonders stark und dabei scharf abgegrenzt ist das erste Absorptionsband im Roth zwischen den Frauenhofer'schen Linien B und C, während die anderen Bänder beiderseits abgeschattet sind. Die oft betonte Annahme zweier das Chlorophyll zusammensetzenden Farbstoffe, eines blaugrünen (hauptsächlich in Benzol) und gelben (in Alkohol löslichen) Farbstoffes, ist ungerechtfertigt, insofern sie auf Zersetzungserscheinungen im Chlorophyll bei Gegenwart von Wasser während Behandlung alkoholischer Lösung mit Benzol beruht. Ebenso sind andere neben dem Chlorophyll häufig vorkommende und dasselbe sogar verdeckende Farbstoffgebilde keine selbstständigen Farbstoffe, sondern nur Chlorophyllmodificationen, wie die aus dem gewöhnlichen Chlorophyll hervorgehenden abweichenden Farbenänderungen auch. Alle stimmen in ihren Spectren in der Weise überein, dass zwar in dem rascheren oder langsameren Anwachsen der Absorption in den einzelnen Absorptionsbändern, wie in geringen Verschiebungen der letzteren Unterschiede sich geltend machen, die für die jedesmalige Chlorophyllmodification charakteristisch sind, dass aber dabei die Maxima und Minima der Absorption an denselben Stellen auftreten.

39. Es sind demnach als Modificationen des Chlorophylls zu betrachten:

a. Das Etiolin, der bei im Finstern keimenden oder wachsenden Pflanzen sich bildende gelbe Farbstoff;

b. Das Anthoxanthin, der gelbe Farbstoff gelber Blüthen;

c. Das Xanthophyll, welches in Form gelber Körnchen im Herbste nach der Entgrünung der Blätter durch Lösung der Chlorophyllkörner in den Zellen derselben zurückbleibt und den herbstlichen Blättern die gelbe Färbung ertheilt;

d. Das Florideen-Grün, welches dem gewöhnlichen Chlorophyll sehr nahe steht und

e. Das Florideen-Roth (Phycoerythrin), der mit dem vorigen Farbstoff zugleich vorkommende und ihn verdeckende rothe, in Wasser lösliche Farbstoff in den Zellen der Florideen (Rothalgen).

f. Wahrscheinlich sind andere Chlorophyllmodificationen der braune Farbstoff der Fucaceen und der spangrüne der Phycochromaceen, welche mit dem Chlorophyllfarbstoff gleichzeitig und diesen verdeckend in diesen

zu den Algen gehörenden Gewächsen vorkommen; ferner die rothen und gelben Farbstoffe, in welche sich das Chlorophyll reifender, zuerst grün gefärbter Früchte (z. B. von Lycium, manchen Solanum-Arten u. s, w.) oder gewisser Blumenkronen vor dem Aufblühen u. s. w. umwandelt. In den letzteren Fällen werden dabei oft die sich roth oder gelb färbenden Chlorophyllkörner unter Ablagerung des Farbstoffes auf eine oder mehrere Seiten des Kornes durch Bildung von Vacuolen zerrissen und in spindelförmige oder eckige Farbstoffkörper umgeformt.

40. Die Entstehung des Chlorophyllfarbstoffes (d. h. des gewöhnlichen Chlorophylls der meisten Pflanzen) ist von verschiedenen Umständen abhängig. Derselbe bildet sich nur bei wenigen Pflanzen in völliger Finsterniss aus (bei vielen Keimpflanzen von Nadelhölzern, bei den meisten Farnkräutern), wobei jedoch die einzelnen Chlorophyllkörner (bei Farnen z. B.) nicht die durchschnittliche Grösse wie bei einer im Lichte wachsenden gleichen Pflanze erreichen. Die Einwirkung des Lichtes ist für die Ergrünung nothwendig, deren Intensität im Allgemeinen mit der des Lichtes zunimmt. Ferner hat jede Pflanze eine bestimmte Wärme zur Ausbildung des Chlorophyllfarbstoffes nöthig, die z. B. für Mais und Schminkbohne zwischen + 6 und 15, für Raps oberhalb 6° C. liegt. Endlich spielt die Anwesenheit einer wenn auch nur geringen Menge von Eisen unter den Nährstoffen eine bedeutende Rolle. Keimpflanzen, welche in eisenfreien Nährlösungen gezogen werden, entwickeln nur so lange grüne Blätter, als der Eisengehalt in den Reservenährstoffen ihrer Samenlappen oder des Sameneiweisses reicht. Alle späteren Blätter werden bleich (chlorotisch), ergrünen aber, wenn Eisen als Nährlösung der Wurzel zugeführt wird.

41. Für das Leben der Pflanze ist das Chlorophyll dadurch von grösster Bedeutung, dass dieses allein im Stande ist, durch Zerlegung der Kohlensäure der Luft in ihre beiden Grundstoffe Kohlenstoff und Sauerstoff den für die Ernährung durchaus nothwendigen Kohlenstoff zu schaffen, der unter gleichzeitiger Gewinnung des Wasserstoffes durch Zersetzung des in die chlorophyllhaltigen Zellen tretenden Wassers zur Bildung organischer Verbindungen, in erster Linie von Kohlehydraten (Stärke, Zucker etc.) verwendet wird. Wie die Entstehung des Chlorophylls selbst, so findet dieser als Assimilation bezeichnete Vorgang auch nur unter Einwirkung des Lichtes statt. Der dabei gewonnene Sauerstoff wird von den assimilirenden Organen zum grössten Theile wieder ausgeschieden, der Rest der nicht an Ort und Stelle verwertheten Assimilationsprodukte aber in löslicher Form (Zucker) entfernteren Organen zugeleitet, die als Reservestoffbehälter dieselben in grösserer Menge (als Stärke, Zucker, Inulin, Fette etc.) aufspeichern; oder dieselben treten als Einschlüsse im Chlorophyllkorne selbst auf, wie dies mit fettem Oele (viele Monocotyledonen) und Stärke der Fall ist. Letztere namentlich ist in den Chlorophyllkörnern eine gewöhnliche Erscheinung, indem sie bald als einzelnes Korn, bald in mehr oder minder zahlreichen Körnern in ihnen gebildet wird, die, anfangs klein und kaum sichtbar, später oft so heranwachsen, dass sie die weiche Substanz des Chlorophyllkornes blasenförmig so weit ausdehnen, dass letztere manchmal nur noch wie ein dünner eben wahrnehmbarer Ueberzug die Stärkeeinschlüsse umhüllt.

Chlorophyllfreie Pflanzen sind nie im Stande zu assimiliren. Sie

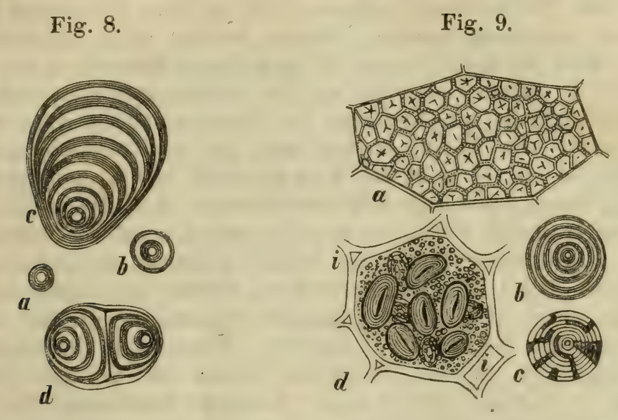
müssen als Parasiten lebenden chlorophyllhaltigen Pflanzen Kohlenstoffverbindungen entziehen (viele Pilze, Cuscuta etc.), oder solche als Fäulnissbewohner (Saprophyten) aus bereits in Zersetzung befindlichen organischen Substanzen nehmen (viele Pilze, Monotropa, Neottia u. s. w.). Unter letzteren finden sich einzelne Pflanzen (Neottia, Corallorhiza), welche Spuren von Chlorophyll besitzen, die aber für die Assimilation nicht genügend sind. Ebenso haben gewisse Parasiten (Viscum, Rhinanthaceen, Santalaceen) oft reichliches Chlorophyll.

5. Die Stärke.

42. Die in der Zelle durch die Thätigkeit des Chlorophylls gebildete Stärke ist in ihrer ganzen Entwickelung an das Protoplasma gebunden; ihr Wachsthum hört auf, sowie sie mit letzterem nicht mehr in Berührung steht. Sie erscheint stets in Körnern von verschiedener Gestalt (eirund: Kartoffel — linsenförmig: Weizen, Roggen — polyëdrisch: Mais — knochenförmig: tropische Euphorbia-Arten — etc.), welche sich durch einen charakteristischen, geschichteten Bau auszeichnen. Das einzelne Stärkekorn zeigt Lamellen verschiedenen Wassergehaltes und deshalb verschiedener Lichtbrechung, welche so geordnet sind, dass um einen wasserreichen Kern eine dichtere, wasserärmere Lamelle, um diese wieder eine wasserreiche, um diese eine wasserarme Schicht gelagert ist und so fort in der Weise, dass als äusserste Lamelle stets eine dichte auftritt (Fig. 8). Neben dieser sprungweisen Aenderung des Wassergehaltes nimmt letzterer auch derart nach dem Innern des Kornes zu, dass innere dichte wie weiche Schichten noch wasserreicher sind, als äussere dichte oder weiche und der Kern der wasserreichste Theil des ganzen Kornes überhaupt ist, was aus den bei Bildung von Trockenrissen sich zeigenden Cohäsionsverhältnissen hervorgeht.

Das über die Molecularstructur der Zellhaut Gesagte gilt auch für das Stärkekorn und wie die Zellhaut, so wächst auch dieses nur durch Einlagerung neuer Stärkemoleküle, nie durch Anlagerung derselben. Wäre Letzteres der Fall, so müssten sich Stärkekörner mit äusserster wasserreicher Schicht finden und ferner dürfte der Kern, falls er das ursprüngliche jugendliche Stärkekorn darstellt, nicht aus wasserreicher Substanz bestehen, da die jüngsten Stärkekörner stets nur aus dichter Substanz gebildet werden. In einem solchen jugendlichen Stärkekorne tritt dann zuerst durch Einlagerung wasserreicher Substanz ein wasserreicher, weniger dichter Kern auf, der dann also von einer dichten Schicht umhüllt wird. Letztere spaltet sich während ihres Dickenwachsthums durch Bildung wasserreicher Stärkesubstanz im Innern in zwei dichte Lamellen, die dann durch eine weniger dichte getrennt sind. In jeder dieser beiden dichten Lamellen kann sich derselbe Vorgang oftmals wiederholen; es kann aber auch durch Bildung dichter Substanz im Innern der wasserreichen Schicht diese in zwei wasserreiche, durch eine zwischengelagerte wasserärmere Schicht getrennte Lamellen sich spalten. Da die Einlagerung neuer Moleküle gewöhnlich nicht allseitig in gleichem Maasse erfolgt, so nimmt das zuerst fast kugelige Stärkekorn später verschiedene Formen derart an, dass der Kern entweder central bleibt (Weizen — Fig. 9 b) oder excentrisch wird (Kartoffelstärke — Fig. 8 c). In letzterem Falle sind die

Schichten in der Richtung des stärksten Wachsthums auch am dicksten und da sie sich hier am häufigsten spalten, so verlaufen nicht alle Schichten vollständig um den Kern, sondern viele derselben keilen sich seitlich aus (Fig. 8 c).



Treten in einem jugendlichen Stärkekorne zwei Kerne auf und findet um beide Schichtenbildung statt, so entstehen zusammengesetzte Körner wie in Fig. 8 d, bei denen das stärkste Wachsthum in der Verbindungslinie der immer weiter auseinander rückenden Kerne herrscht und deren Hälften später in Folge eines durch Spannung der Schichten sich bildenden Querrisses auseinanderfallen. Oeftere derartige Theilungen führen zur Bildung von manchmal aus Hunderten von Bruchkörnern bestehenden Körnern (Avena).

Da die Stärkekörner bis zu einem gewissen Grade weich sind, so erhalten sie bei grosser Menge in einer Zelle und fortschreitendem Wachsthum oft durch gegenseitigen Druck polyedrische Gestalt (Mais — Fig. 9 a).

43. Ihrer chemischen Zusammensetzung nach ist die Stärke ein Kohlehydrat von gleicher Formel wie die Cellulose, mit Wasser und geringer Menge von Aschenbestandtheilen. In heissem Wasser, in Kalilösung etc. tritt Quellung der Stärkekörner unter Sprengung der äussersten Schicht ein (Verkleisterung). Trockenes Erhitzen auf 200° C., wie Kochen mit stark verdünnter Schwefelsäure verwandelt die Stärke in Dextrin. Mit Jod färbt sie sich nur dann blau, wenn sie nahezu ihren vollen Wassergehalt hat; wasserfreie Stärke mit wasserfreien Jodlösungen behandelt färbt sich gelb bis gelbbraun. Die Intensität der Färbung ist dabei hier, wie in anderen Fällen, von der Dichtigkeit abhängig, mit der das Jod eingelagert wird, der Vorgang selbst ein rein physikalischer und die sogenannte Jodstärke keine chemische Verbindung. Bei gleichzeitiger Anwe-

Fig. 8. Stärkekörner aus der Kartoffelknolle. a und b junge Körner, c älteres einfaches, d zusammengesetztes Korn. (Vergr. 700).

Fig. 9. Zelle aus dem Sameneiweiss vom Mais mit polyedrischen Stärkekörnern (Vergr. 240). b Stärkekorn des Roggens (Vergr. 700); c solches aus keimendem Roggen. d Zelle aus dem Samenlappen der Bohne (Vergr. 240). Die einfachen oder sternförmigen Striche in a und d sind Trockenrisse der Stärkekörner. i. Intercellularräume.

senheit von Eiweisskörpern färbt sich vermöge ihrer grösseren Affinität die Stärke auf Jodzusatz früher, wie z. B. das Protoplasma in derselben Zelle.

In jedem Stärkekorn ist an jedem Punkte desselben die Stärkesubstanz in zwei Modificationen vorhanden, die als Granulose und Stärke-Cellulose bezeichnet werden. Erstere bedingt allein die Blaufärbung mit Jod. Wird sie durch längere, oft mehrtägige Erwärmung mit Speichel auf 45—50° C. entfernt, so bleibt von dem Stärkekorne ein Celluloseskelet zurück, das zwar den geschichteten Bau desselben noch zeigt, sich aber mit Jod nicht, oder blasskupferroth färbt und von bedeutend geringerer Dichtigkeit ist, da es z. B. bei Kartoffelstärke nur $5{,}_7$ bei Weizenstärke gar nur $2{,}_3$ Procent des ganzen Kornes beträgt. Aus diesem Grunde und da die vorherrschende Granulose an allen Stellen des Korns vorhanden ist, tritt bei unveränderter Stärke die farblose Cellulose bei der Jodreaction nicht hervor. Die Lösung der Granulose, welche von aussen nach innen vorschreitet, wird auch durch organische Säuren, Pepsin und sehr verdünnte Salz- oder Schwefelsäure bewirkt. Ebenso tritt bei längerem und gutem Reiben von Stärke mit kaltem Wasser ein geringer Theil der Granulose in Lösung. Durch lange dauernde Erwärmung im Speichel wird auch die Stärke-Cellulose von aussen nach innen gelöst, in den weichen Schichten früher, als in den dichteren.

44. Dass die Stärke zu den wichtigsten Baustoffen der Pflanze gehört, unterliegt keinem Zweifel. Da indessen die Stärkekörner als solche nicht von Zelle zu Zelle transportabel sind (mit Ausnahme solcher in den Siebröhren — § 87), so müssen sie in einen löslichen Zustand übergeführt werden, der den Durchtritt durch die Zellwand gestattet.

Bei der Keimung wird die als Reservenahrung vorhandene Stärke (wohl unter dem Einflusse des Plasmas) bald so gelöst, dass zuerst nur die Granulose entfernt wird, oder es löst sich sofort die ganze Substanz. Entweder geschieht dies von aussen nach innen schichtenweise oder aber gewöhnlich so, dass einzelne gangartig nach innen in verschiedener Richtung verlaufende Stellen gelöst werden, das Korn daher wie zerfressen erscheint (Fig. 9 c) und schliesslich durch Vereinigung solcher Lösungscanäle in Stücke zerfällt.

Auch die in den Chlorophyllkörnern gebildete Stärke wird wahrscheinlich in ähnlicher Weise gelöst. Das Lösungsprodukt ist, mit Ueberspringung wenig bekannter Zwischenstufen (wie Dextrin) in allen Fällen der Zucker (§ 48), welcher auf diosmotischem Wege an entferntere Orte geführt und dort als solcher abgelagert wird (Runkelrübe etc.), oder eine abermalige Umwandelung in Cellulose, Stärke, Inulin oder Fette erfahren kann. Oft wird er auch auf seinem Wege schon früher in Stärkekörnchen übergeführt, die später aus den betreffenden Zellen wieder verschwinden (transitorische Stärke).

6. Das fette Oel.

45. Dass Fetttröpfchen als häufiger Bestandtheil des Plasmas auftreten (§ 8), sowie sich oft statt der Stärke im Chlorophyll als Assimilationsprodukte bilden (§ 41), wurde bereits erwähnt. Ihr Verhalten gegen Alkohol und Aether, das häufig direct zu beobachtende Zusammenfliessen zu

grösseren Tropfen und ihre eigenthümliche Lichtbrechung lassen sie in den meisten Fällen leicht erkennen. Oft enthält das Oel Farbstoffe gelöst. In vielen Samen und Früchten wird es als Reservenahrung für die Keimung in grosser Menge aufgespeichert und daher im Grossen aus solchen gewonnen (Rüböl, Olivenöl etc.).

Bei Lebermoosen findet sich oft fettes Oel im Zellsafte. Es kommt hier in rundlichen Ballen (Oelkörper) vor, die ein Gemenge aus zahlreichen Oeltröpfchen mit Wasser und geringen Mengen von Eiweiss sind und von einer hautartigen Hülle umgeben werden. Diese sind aber nicht Reservenahrung, sondern Excrete, die beim Wachsthum keine Rolle spielen.

7. Der Zellsaft und die in ihm enthaltenen Stoffe.

46. Als Zellsaft bezeichnen wir das den Protoplasmaleib der Zelle durchtränkende, vorzüglich aber das in den Vacuolen sich findende Wasser, welches je nach Natur und Alter der Zelle wie der Pflanze die verschiedensten Stoffe in geringerer oder höherer Concentration gelöst enthält. Als Lösungs- und Transportmittel der Baustoffe innerhalb der Pflanze, sowie durch Betheiligung seiner Grundstoffe an der Bildung der Kohlehydrate (§ 41) ist demnach das Wasser des Zellsaftes für das Gesammtleben der Pflanze unentbehrlich. Die wichtigsten im Zellsafte nachzuweisenden Stoffe sind Inulin, Zucker, Gerbstoff, Farbstoffe und oxalsaurer Kalk.

47. Das Inulin findet sich im Zellsafte vieler Compositen (Knollen von Dahlia, Helianthus tuberosus etc.) aber auch mancher anderer Familien gelöst. Durch Alkohol wird es jedoch (in Folge von Wasserentziehung) in Form kleiner sphärischer Körner niedergeschlagen, die aus radial gestellten und in concentrische Schalen geordneten, doppeltlichtbrechenden krystallinischen Elementen bestehen (Sphärokrystalle), die sich in Kali, Salpetersäure etc. von aussen abschmelzend und ohne Quellung lösen und welche mit Jodlösung nur eine durch das Eindringen dieser in die feinen Spalten des Sphärokrystalls bedingte gelbliche Färbung zeigen. Durch längeres Liegen ganzer Gewebestücke in Alkohol erhält man bedeutend grössere, oft schon mit blossem Auge sichtbare Sphärokrystalle, die manchmal mehrere Zellen umfassen. Gefrieren der Gewebe lässt das Inulin ebenfalls ausscheiden und in ausgetrockneten Geweben findet es sich in Form glänzender, farbloser, kantiger Stücke.

Sphärokrystalle anderer, meist unbekannter chemischer Natur finden sich in den mit Alkohol behandelten Geweben der Marattiaceen (Farne), in der Stengel- und Blattoberhaut von Cocculus laurifolius, den unreifen Früchten von Citrus-Arten (hier bestehen sie aus Hesperidin) u. s. w.

48. Der im Zellsafte ebenfalls nur gelöst vorkommende Zucker ist entweder Trauben- oder Rohrzucker. Nachweisbar ist er durch sein Verhalten gegen Kupfervitriol bei Anwesenheit von Kali. Lässt man genügend dünne Schnitte mit unverletzten Zellen bis zu 10 Minuten in Kupfervitriollösung liegen und taucht sie darauf nach raschem Abspülen in reinem Wasser in heisse Kalilösung oder erhitzt sie nochmals mit dieser, so tritt bei Anwesenheit von Traubenzucker (oder Dextrin) ein rother Niederschlag von reducirtem Kupferoxydul, bei vorhandenem Rohrzucker eine schön blaue Färbung in der Zelle auf.

49. Gerbstoff findet sich sehr häufig und in den verschiedensten

Geweben, theils gelöst im Zellsafte, theils die Membran durchdringend, oder auch in Form ölartiger, von einer dünnen Plasmahaut umgebenen Tropfen (so in der Rinde von Eichen, Pappeln, Birken u. a.), die auf Zusatz von Wasser in kleine Körnchen zerfallen und sich später ganz lösen. Kenntlich wird der Gerbstoff an seinem Verhalten gegen Eisensalze, mit denen er bläulichschwarze oder grünliche Niederschläge oder Färbungen giebt.

50. Als im Zellsafte (mit wenigen Ausnahmen) gelöster Farbstoff ist das Anthocyan zu bezeichnen, welches die Färbungen vieler Blüthen vom hellsten Roth bis zum tiefsten Blau, sowie die Rothfärbung mancher Stengel und Blätter bedingt und in letzterem Falle häufig das Chlorophyll ganz verdeckt oder mit ihm bräunliche Mischfarben giebt. Einwirkung von Glycerin lässt den gelösten Farbstoff durch Wasserentziehung intensiver erscheinen, Tödtung des Plasmas ihn durch dasselbe diffundiren. Gegen Säuren und Alkalien verhält sich das Anthocyan wie Lakmuspapier: Säuren lassen die blauen Töne in Roth, Alkalien die rothen in Blau übergehen, wobei im letzteren Falle sehr bald Grün- oder Gelbfärbung und schliesslich völlige Entfärbung eintritt.

51. Der oxalsaure Kalk entsteht beim Stoffwechsel als Nebenprodukt, welches die für die Pflanze giftige Oxalsäure in dieser Form unschädlich macht. Seine unterscheidenden Merkmale gegenüber dem kohlensauren Kalke, sowie sein Vorkommen in der Zellhaut wurden bereits im § 33 erwähnt. Im Zellsafte tritt er entweder in Einzelkrystallen, (Fig. 10 a und c links) auf, die als Raphiden bezeichnet werden, wenn sie in Gestalt langer Nadeln bündelweise meist eine Zelle ganz erfüllen (Fig. 12 b); oder er bildet Zwillingskrystalle oder auch kleinere und grössere, oft aus zahlreichen Einzelkrystallen bestehende Drusen (Fig. 10 c). Bei zahlreichen Krystallen oder grossen Drusen in einer Zelle sind anders geformte Inhaltskörper in derselben gewöhnlich nicht mehr vorhanden. Die Oberfläche der Krystalle ist meistens von einem dünnen Plasmahäutchen überzogen, welches nach Zerstörung des Krystalls zurückbleibt. Der Krystall selbst gehört entweder dem quadratischen Systeme mit 6 Aequivalenten Krystallwasser oder dem klinorhombischen mit 2 Krystallwasser (Raphiden) an.

Fig. 10.

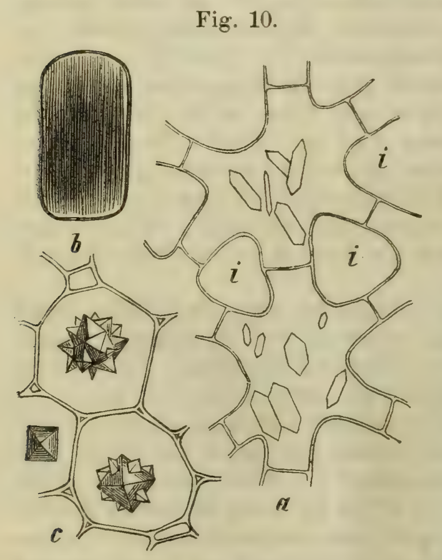


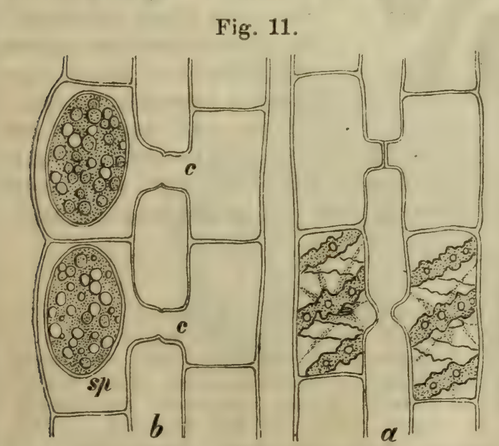
Fig. 10. a Zwei sternförmige Zellen aus den Scheidewänden in den Luftgängen eines Blattstieles von Musa, mit prismatischen Krystallen; i Intercellularräume. b Isolirte Zelle ebendaher mit einem Bündel Raphiden. c Zellen aus dem Blattstiele einer Begonia mit Krystalldrusen und einem octaëdrischen Einzelkrystall. — Vergr. 240.

B. Die Bildung der Zellen.

52. Das Wachsthum der Pflanze beruht in den allermeisten Fällen (einzellige Algen und Pilze abgerechnet) nicht allein auf dem Wachsthum der einzelnen Zelle, sondern auch auf der Vermehrung derselben, d. h. auf der Bildung neuer (Tochter-) Zellen aus Theilen des Plasmakörpers der bereits vorhandenen (Mutter-)Zellen durch in diesem thätige Molecularkräfte. Die Fortpflanzung der Gewächse ist stets an solche Neubildung von Zellen geknüpft. Nach den verschiedenen bei der Neubildung von Zellen stattfindenden Vorgängen unterscheiden wir zunächst drei Haupttypen derselben: Verjüngung, Conjugation und Vermehrung.

53. Die Verjüngung oder Erneuerung einer Zelle ist dadurch charakterisirt, dass der gesammte Protoplasmakörper der Mutterzelle sich zu einer einzigen Tochterzelle gestaltet (Vollzellbildung). Diese verlässt entweder als hautlose Zelle in Form einer Schwärmspore die dabei zu Grunde gehende Mutterzelle, um sich ausserhalb derselben nach Umhüllung mit einer Cellulosemembran zu einer neuen Pflanze zu entwickeln, wie dies bei vielen Algen (Oedogonium, Vaucheria etc.) der Fall ist (Fig. 12, a—c). Oder sie bleibt vorläufig in der Mutterzelle liegen, wie das Ei mancher Algen (Vaucheria, Oedogonium) und Pilze (einige Saprolegnieen), der Moose und Gefässkryptogamen, das sich nach erfolgter Befruchtung (durch Conjugation mit dem Samenkörper — §. 54) mit einer Zellhaut umgiebt und nun in verschiedener Weise zur jungen Pflanze ausbildet. Auch die Entstehung eines einzelnen Samenkörpers in einer Zelle kann unter Umständen hierher gerechnet werden. In allen diesen Fällen ist die Bildung der Tochterzelle stets mit einer Contraction des Plasmakörpers unter Ausstossung eines Theiles Wasser verbunden. Umordnung des Chlorophylls in den Schwärmsporen von Oedogonium, den Eizellen dieser Gattung und von Vaucheria u. s. w. zeigt ferner deutlich, dass bei allen derartigen Vorgängen auch eine Umlagerung der Plasmamoleküle stattfindet. Wo die Mutterzelle einen Zellkern besitzt, bleibt dieser auch in der Tochterzelle erhalten (Schwärmsporen von Oedogonium).

Fig. 11.

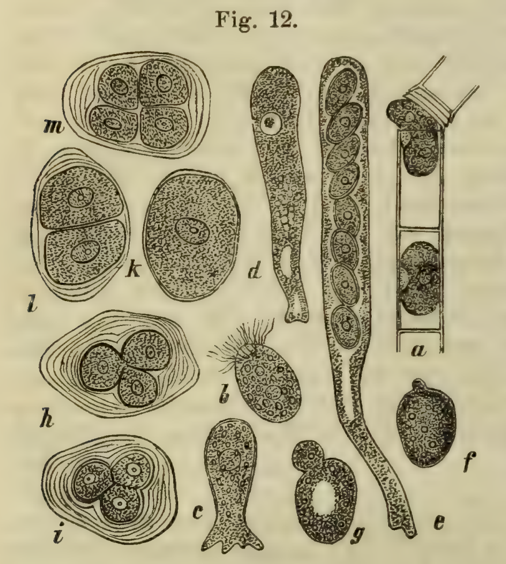


54. Bei der Conjugation vereinigt sich der gesammte Plasmainhalt zweier oder auch mehrerer Zellen zu einem einzigen neuen Plasma-

Fig. 11. Zellen einer Spirogyra in Conjugation. In den dieselbe beginnenden unteren Zellen der Figur a sind die schraubigen Chlorophyllbänder noch in ihrer ursprünglichen Lage. In Fig. b ist der Inhalt der Zellen des einen Fadens bereits mit dem der Zellen des zweiten zur Jochspore (sp) vereinigt. (Vergr. 240.)

körper, der sich dann mit einer Membran umhüllt. Die formenreiche Abtheilung der Conjugaten unter den Algen, die Zygomyceten und Schleimpilze unter den Pilzen, zeigen derartige Zellbildung zum Zwecke der Fortpflanzung in mannigfacher Abwechselung. Bei der Algengattung Spirogyra treiben je zwei gegenüberliegende Fäden aus ihren cylindrischen Zellen papillenartige Fortsätze gegen einander (Fig. 11), die zuletzt zusammentreffen, ihre Enden gegenseitig flach drücken und nach Auflösung der trennenden Wand H-förmige Verbindungscanäle herstellen. Durch diese tritt dann der zusammengezogene Inhalt der einen Zelle in die gegenüberliegende, und verschmilzt mit dem Plasmakörper derselben zu einer neuen, gewöhnlich eiförmigen Zelle, die sich mit einer Zellhaut umgiebt und als Zygospore oder Jochspore bezeichnet wird.

Fig. 12.



Bei den Schleimpilzen vereinigen sich zahlreiche der schon früher erwähnten Myxamöben (§ 13, Fig. 3) zu einer neuen hautlosen Zelle, dem Plasmodium.

Da die Conjugation, weil sie stets Fortpflanzungszellen liefert, als ein Befruchtungsakt aufgefasst wird, bei dem männliche und weibliche Zelle anscheinend nicht verschieden sind, so könnten die Befruchtungsvorgänge bei anderen Kryptogamen mit wesentlich ungleich gestalteten sich direct vereinigenden Geschlechtszellen auch als eine Zellbildung durch Conjugation betrachtet werden.

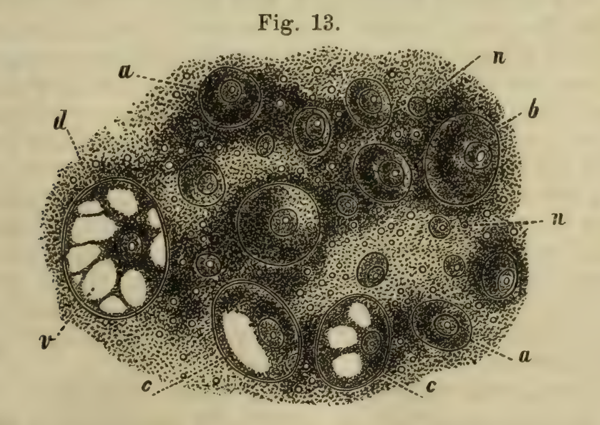
55. Die dritte Art der Zellbildung, die **Vermehrung der Zelle**, geschieht durch Entwickelung von zwei oder mehr Protoplasmakörpern aus einem. Hier sind wieder die beiden Fälle der freien Zellbildung und der Zelltheilung zu unterscheiden.

Fig. 12. a Stück eines Oedogonium-Fadens mit zwei in Schwärmzellenbildung begriffenen Zellen, deren oberste bereits aufgebrochen ist und den Schwärmer entlässt. b Ausgeschlüpfte Schwärmzelle. c Bereits festsitzende und zur Pflanze auswachsende Schwärmzelle. (Nach Pringsheim, Vergr. ca. 300.) — d Junger Schlauch von Ascobolus furfuraceus; der helle sphärische Körper im oberen Theile ist der Zellkern. e Derselbe nach Bildung der acht Sporen. (Nach Janczewski; Vergr. 490.) — f und g Zwei sprossende Zellen von Saccharomyces cerevisiae (Vergr. 800). — h und i Zwei verschiedene Theilungszustände der Pollenmutterzellen von Tropaeolum, i jünger, h älter (Vergr. 600). — k—m Drei verschiedene Theilungszustände der Pollenmutterzellen von Scilla sibirica (Vergr. ca. 300); in m die Viertheilung vollendet, die Membran der Mutterzelle bereits stark gequollen.

Die freie Zellbildung, welche bei der Sporenentwickelung der Flechten und Schlauchpilze, der Eibildung bei den Peronosporeen unter den Pilzen, ferner bei der Bildung der Eizellen der Phanerogamen sowie ihrer Gegenfüssler und bei der Entwickelung des Sameneiweisses im Keimsacke der meisten Blüthenpflanzen auftritt (Fig. 13), findet so statt, dass zur Erzeugung neuer Zellen nur ein Theil des Plasmas der Mutterzelle zur Verwendung kommt, die Tochterzellen daher dem Reste des Protoplasmas eingebettet liegen. In seltenen Fällen wird dabei nur eine Zelle entwickelt (Peronosporeen), die in der Weise entsteht, dass sich das Protoplasma in eine peripherische, fast homogene, körnerarme Schicht und eine centrale, kugelige, fast den gesammten körnigen Inhalt aufnehmende Masse (das Ei) sondert. Meistens kommt es zur Bildung von mindestens zwei, oft sogar zahlreichen Zellen.

In den meistens lang-keulenförmigen Sporenschläuchen der Schlauchpilze und auch wohl sämmtlicher Flechten ist vor der Sporenbildung ein Zellkern vorhanden. Dieser löst sich in vielen Fällen zunächst auf, d. h. seine Substanz vertheilt sich in die des übrigen Protoplasmas, aus dem sich dann gleichzeitig (simultan) meist acht Plasmaballen absondern, die sich von dem Reste durch grösseren Körnergehalt unterscheiden und von denen jeder nach Umhüllung mit einer Membran zur kernlosen Spore wird (Kernpilze), oder von welchen jeder bei seiner Entstehung sofort einen gleichzeitig gebildeten Zellkern enthält (Ascobolus — Fig. 12 auf S. 28, d, e). In anderen Fällen theilt sich der primäre Zellkern des Schlauches in zwei Kerne, die ihrerseits die Theilung wiederholen, bis acht neue Zellkerne in etwa gleichen Abständen im Schlauche liegen. Von diesen umgiebt sich jeder mit einer Protoplasmahülle, um welche später die Sporenmembran ausgeschieden wird (Arten der Gattung Peziza).

Fig. 13.



Vor dem Beginn der freien Zellbildung im Embryosacke der Schmink-

Fig. 14. Freie Zellbildung im Embryosacke der Schminkbohne (Vergr. 670) nach Dippel. n sind einzelne Zellkerne, a jüngere und b etwas ältere Zellen mit noch zarter Membran. In den Zellen c und d bilden sich im Protoplasma bereits Vacuolen (v). Die feinkörnige Substanz, der die Zellen und Zellkerne eingebettet liegen, ist Protoplasma des Embryosackes.

bohne (Phaseolus multiflorus) wird zunächst der Zellkern des letzteren aufgelöst. Dann entstehen in dem wandständigen Protoplasma zahlreiche freie Zellkerne (Fig. 13 n), die auch Kernkörperchen erkennen lassen und um welche sich Ballen dichteren Plasmas ansammeln. Anfänglich sind diese jugendlichen Zellen ohne Zellhaut; diese wird erst später um sie gebildet (Fig. 13 c). Die dann noch wachsenden Zellen, in denen sich das Protoplasma bald netzförmig umlagert (Fig. 13 d), der Kern aus der Mitte oft an die Wand rückt, legen sich endlich zum Gewebe aneinander, wobei sie sich durch gegenseitigen Druck abflachen, und vermehren sich weiter durch Theilung. Nach anderen Angaben entsteht die Cellulosemembran um sie erst im Augenblicke der Berührung zweier Zellen.

56. Durch die Zelltheilung, bei welcher stets das gesammte Protoplasma zur Bildung der Tochterzellen verbraucht wird, wird die Mutterzelle durch eine allmälig entwickelte, oder sofort durch den ganzen Zellenraum gespannte Scheidewand gewissermassen in zwei (seltener sogleich mehr) Fächer getheilt (Fächerung der Zelle).

Einen eigenthümlichen Typus bildet hier die Sprossung, wie sie namentlich an der Hefezelle auftritt. An einer Stelle der Mutterzelle entsteht durch localisirtes Flächenwachsthum der Membran eine kleine, bald blasig werdende Ausstülpung, welche sofort einen Theil des Plasmas der Mutterzelle aufnimmt und allmälig grösser wird, mit der Mutterzelle aber nur durch einen engen, stielartigen Canal in Verbindung steht. In diesem bildet sich später eine Querwand (s. unten), durch deren Spaltung in zwei Lamellen die Tochterzelle von der Mutterzelle getrennt wird (Fig. 12 auf S. 28, f, g). Die Conidien vieler Pilze und die Sporen der Hutpilze bilden sich in ähnlicher Weise. Durch allmälige Uebergänge ist indessen die Sprossung mit der gewöhnlichen Zelltheilung verbunden.

Diese letztere lässt gewisse Typen in folgender Weise unterscheiden:

A. Die Zellhaut bildet sich während der Theilung des Protoplasmakörpers der Zelle (succedane Membranbildung).

57. Eines der schönsten Beispiele zeigen die Zellen der Spirogyra-Arten. Hier beginnt, noch ehe eine Theilung des centralgelegenen Zellkernes stattgefunden hat, eine ringförmige Einfurchung den Plasmakörper von aussen her in zwei Theile zu gliedern, die schliesslich nur noch durch einen dünnen Strang zusammenhängen und endlich ganz auseinander weichen. Während dieser Furchung und während der Kern sich in zwei Tochterkerne theilt, bildet sich an der Furchungsstelle eine ringförmige Celluloseleiste, die der Wand der Mutterzelle ansitzend allmälig nach innen, der Plasmafurchung folgend, wächst, bis sie nach erfolgter Trennung der beiden neuen Plasmakörper ihre letzte enge Oeffnung schliesst und so zur vollständig trennenden Querwand der beiden Tochterzellen wird.

Auch bei der Gewebebildung mancher höheren Pflanzen (z. B. bei der Theilung der Endospermzellen der Bohne, der Cambiumzellen der Kiefer) soll die Scheidewand zwischen den Tochterzellen succedan angelegt und nur das letzte schliessende Stück zwischen den Kernen auf einmal ergänzt werden.

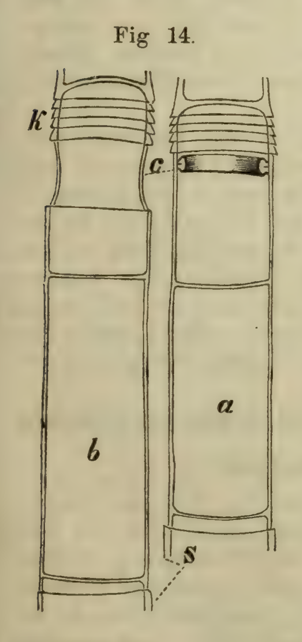
58. Bei der Pollenbildung der Dicotyledonen (z. B. Tropaeolum) theilt sich zuerst der Zellkern der dickwandigen Mutterzellen in zwei Tochterkerne, die sich aber sofort wieder theilen. Die vier Zellkerne ordnen sich

nach den Ecken eines Tetraëders; zwischen ihnen bilden sich Körnerplatten von Plasma, die von aussen her sich je in der Mitte spalten und in Folge dessen den Plasmakörper in vier dicke Lappen theilen, mit deren Entstehung sofort die Zellstoffausscheidung zu ringsum an die Mutterzellwand sich ansetzenden, keilförmig vorspringenden Membranleisten beginnt (Fig. 12 auf S. 28, h, i). Während die Lappung des Plasmas nach innen fortschreitet, wachsen diese Leisten auch weiter, bis sie nach vollständiger Trennung der vier Plasmaportionen schliesslich im Mittelpunkte der Zelle sich vereinigen. Die sich nun mit einer besonderen Membran umhüllenden Tochterzellen werden zu vier Pollenkörnern.

B. Die Zellhaut wird erst nach vollendeter Theilung des Plasmakörpers gebildet (simultane Membranbildung).

59. Zweitheilung der Zellen, bei welcher die Scheidewand zwischen den beiden schon vorher vollständig getrennten Plasmakörpern der Tochterzellen sofort als eine vollständig durch den Zellraum gespannte dünne Cellulosemembran sichtbar wird, ist bei der Zellvermehrung in den verschiedensten Geweben der Pflanze eine sehr allgemeine Erscheinung. Auch hier geht der Theilung des Plasmaleibes der Mutterzelle (wie es scheint stets) eine Theilung des Zellkernes voraus (Markzellen und Oberhautzellen vieler Dicotyledonen, Pollenmutterzellen der Monocotyledonen u. s. w.). Wie diese Theilung indessen vor sich geht, ist, wie auch in den bis jetzt angeführten Beispielen, durchaus noch unklar. Die Substanz des Kernes ist weit empfindlicher gegen äussere Eingriffe, als die des übrigen Plasmas, so dass er nicht lange lebend beobachtet werden kann. Da aber nur im lebenden Zustande an Zellkernen wie überhaupt am Plasma angestellte Beobachtungen völligen Werth haben, so müssen neuere meist an in Alkohol getödteten Zellen gemachte Untersuchungen über die Theilungsvorgänge vorläufig noch mit Vorsicht aufgenommen werden.

Fig 14.



60. Die Zelltheilung der Oedogonien ist hier noch insofern zu erwähnen, als bei ihr der Theilung selbst die Ablagerung eines für das intercalare Wachsthum der Membran (§ 21) bestimmten Zellstoffringes vorausgeht. Innerhalb einer schmalen Zone nahe unter der oberen Scheidewand der cylindrischen Zelle wird in Folge localen Dickenwachsthums ein zuerst sehr zarter, bald stärker vorspringender Cellulosering ausgeschieden, welcher mit der Innen-

Fig. 14. Stücke aus dem Zellenfaden eines Oedogonium. In a ist bei c der Cellulosering für die nächste Theilung gebildet; über demselben liegen fünf von früheren Theilungen herrührende Kappen (k in Fig. b). In Fig. b ist die Membran der Mutterzelle im Umfange des Celluloseringes gerissen und dieser dehnt sich zum neuen Membranstücke aus. s Scheidenstück der Mutterzellmembran. (Vergr. 240.)

fläche der Membran in fester organischer Verbindung steht, aber sehr bald in seiner Substanz einen schmalen, nicht durchgehenden, ringförmigen Querspalt zeigt (Fig. 14 a, c). Nachdem die Theilung des Plasmakörpers durch Bildung und Spaltung einer Körnerplatte erfolgt ist, entsteht in der Mutterzellmembran genau über der Mitte des Celluloseringes ein scharfer Querriss, der die Zellwand in ein oberes kappenförmiges und unteres scheidenförmiges Stück spaltet, zwischen denen sich nun rasch der Zellstoffring zu einem cylindrischen Hautstück ausdehnt (Fig. 14 b), während gleichzeitig zwischen den getrennten Plasmakörpern die junge Scheidewand sich bildet und von der unteren Tochterzelle soweit emporgehoben wird, dass sie schliesslich über dem Scheidenstück der alten Membran steht (Fig. 14 a). Bei einer zweiten Theilung der oberen Tochterzelle bildet sich der neue Zellstoffring unterhalb der ersten Kappe, so dass dieser beim abermaligen Aufreissen der Membran eine zweite zugefügt wird. Vor der dritten Theilung wird der Zellstoffring unter der zweiten Kappe angelegt und so fort, so dass aus der Zahl der über einander stehenden Kappen die Zahl der erfolgten Theilungen hervorgeht.

61. Die Sporen der Schachtelhalme werden durch simultane Viertheilung der Mutterzelle nach den Ecken des Tetraëders gebildet, so dass sie wie die Blüthenstaubkörner der Dicotyledonen geordnet sind. Die Zellmembran um jede der vier Zellen bildet sich aber erst nach völliger Trennung der betreffenden Körnerplatten. Auch bei anderen höheren Kryptogamen erfolgt die Entwickelung der vier in einer Zelle liegenden Sporen häufig in ähnlicher Weise.

Zahlreiche Tochterzellen dagegen entstehen in den Sporangien der Saprolegnieen, ohne dass Theilung eines Zellkernes, der überhaupt fehlt, stattfände. Vielmehr bilden sich viele Körnerplatten im Protaplasma in der Weise, dass sie netzartig zusammentreten und so das Plasma in eine grosse Anzahl polyëdrischer Portionen theilen, die sich nach Spaltung der trennenden Körnchenplatten abrunden und dann nach Entwickelung ihrer Wimpern als Schwärmzellen ihre Mutterzelle verlassen, um erst kurz vor der Keimung sich mit einer Zellhaut zu umkleiden. In geringerer Anzahl werden bei derselben Pflanze in den Oogonien die Eizellen in ähnlicher Weise entwickelt.

2. Die Zelle in Verbindung mit anderen Zellen zu Geweben.

A. Allgemeine Erläuterungen.

62. Viele der niedersten Gewächse sind einzellig, d. h. die einzelne Zelle für sich ist zugleich das ganze Individuum; in der einzelnen Zelle vollziehen sich alle Ernährungsvorgänge und die Fortpflanzung, welche sonst an die verschiedensten Zellen gebunden sind. Sämmtliche höher organisirte Pflanzen jedoch, von den vollkommneren Algen und Pilzen an aufwärts, bestehen im völlig entwickelten Zustande stets aus mehreren, gewöhnlich aus zahlreichen Zellen, welche in ihrer Gemeinschaft ein Gewebe bilden, d h. eine von gemeinsamen Wachsthumsgesetzen beherrschte Vereinigung von Zellen.

Solche Gewebe können in dreifacher Weise entstehen. Es können anfänglich freie, d. h. vollständig von einander isolirte Zellen durch gegenseitige Annäherung und endliches Aneinanderlagern so verschmelzen, dass

ihre Grenzflächen undeutlich werden und sie einen vielzelligen Körper bilden. Auf diese Weise bilden sich aus Schwärmsporen die scheibenförmigen Körper von Pediastrum und die hohlen Netze von Hydrodictyon unter den Algen, sowie das Sameneiweiss im Keimsacke einer grossen Anzahl von Blüthenpflanzen (z B. der Schminkbohne – Fig. 13). In anderen Fällen wachsen zahlreiche aus Zellenfäden bestehende, meist reich verzweigte Fäden so neben und durch einander, dass dadurch verschieden gestaltete Gewebekörper aus sogenanntem Filzgewebe zu Stande kommen, wie das Laub der Flechten und die Fruchtkörper der Pilze (Champignon). Vielfach schwellen dabei die einzelnen Zellen der Fäden durch späteres Wachsthum so sehr an, dass sich diejenigen benachbarter Fäden ineinander schieben, gegenseitig durch Druck abflachen und so auf Durchschnitten das Aussehen eines vom Anfang an aus allseitig verbundenen Zellen gebildeten Gewebes gewähren (Scheinparenchym).

Drittens entsteht aber bei der grossen Mehrzahl der Pflanzen das Gewebe ihres Körpers oder seiner einzelnen Organe so, dass die von Anfang an mit einander in Verbindung bleibenden Zellen sich durch oft wiederholte Zweitheilung so vermehren, dass sich die späteren Zellengenerationen auf eine einzige oder wenige Mutterzellen zurückführen lassen

63. Die zu Geweben verbundenen Zellen können in Folge verschiedener Aneinanderreihung dem betreffenden Gewebe ein sehr charakteristisches Aussehen verleihen. Bei den Fadenalgen (Confervaceen und Verwandten) und Fadenpilzen (z. B. Schimmelpilzen) bilden die gleichartigen, meist cylindrischen Zellen einen Zellenfaden oder eine Zellenreihe, die sich durch stete Zweitheilung ihrer Endzelle oder auch durch gleichzeitige Theilung von Gliederzellen verlängern und in Folge localen Spitzenwachsthums der Zellenwand einzelner Gliederzellen (§ 21) verzweigen kann.

Sind die Zellen nach den Richtungen der Fläche so verbunden, dass die Dicke der ganzen Schicht nur einer Zelle entspricht, so bildet das Gewebe eine Zellenschicht Die Blätter der Lebermoose, gewisse Algen (Ulvaceen), viele schuppenförmige Haare u. s w. liefern hierfür Beispiele Ferner sind bei höher organisirten Pflanzen die Oberhaut und die Scheidewände zwischen umfangreichen Luftgängen in den Stengeln und Blattstielen (Nymphaea, Hippuris etc.) gewöhnlich aus einer Zellenschicht gebildet.

Als Zellengruppen oder Nester bezeichnet man rundliche Anhäufungen gleichartiger Zellen, wie beispielsweise die Steinzellen in manchen weichen Geweben (Birnen).

Zellenstränge oder Zellenbündel sind faden- oder bandartige, langgestreckte Zellverbände, die sich von den Zellenreihen durch zahlreiche Zellen auf dem Querschnitte unterscheiden (Bastbündel vieler Pflanzen u. s. w.).

64. Je nach Form und gegenseitiger Berührung der Zellen werden ferner Parenchym und Prosenchym unterschieden.

Als Parenchym oder parenchymatisches Gewebe bezeichnet man ein solches Gewebe, dessen weithöhlige, meist dünnwandige, rundliche oder polyëdrische Zellen meistens nicht bedeutend länger als breit, oder bei stärkerer Streckung in langgestreckten Organen wenigstens an ihren beiden Enden quer abgestutzt sind. Sie sind ferner unregelmässig oder reihenweise so gelagert, dass zwischen ihnen engere oder weitere Lücken (Zwi-

schenzellräume, Intercellularräume — § 67) bleiben. Sind die Parenchymzellen rundlich oder mit Ausbuchtungen oder Aesten versehen, die Zwischenzellräume sehr weit, das ganze Gewebe daher locker, so spricht man von Schwammparenchym (Gewebe vieler Blätter, Mark von Juncus etc. — Fig. 10 a), von Pallisadenparenchym dagegen, wenn die seitlich dichter zusammenliegenden Parenchymzellen senkrecht zur Oberfläche des betreffenden Organes gestreckt sind (Zellschicht unter der oberen Epidermis vieler Blätter).

Beim Prosenchym oder prosenchymatischen Gewebe sind die einzelnen Zellen lang gestreckt, meist sehr dickwandig, an beiden Enden zugespitzt und so ineinander geschoben, dass zwischen ihnen keine Lücken übrig bleiben (Holz- und Bastzellen).

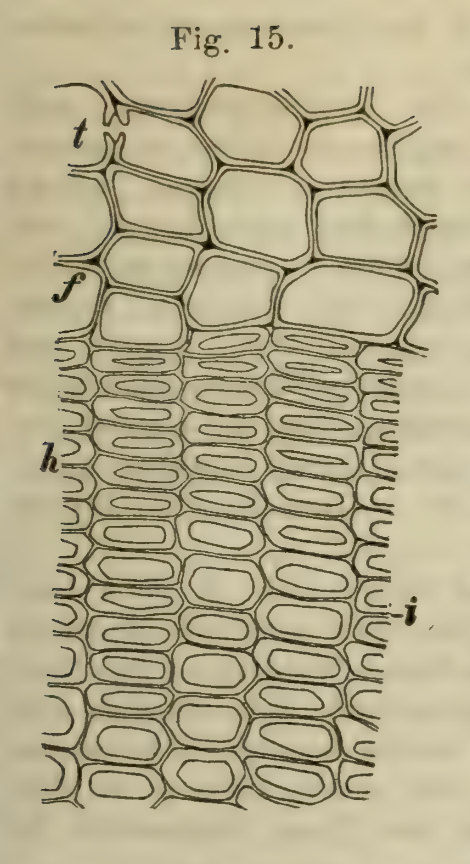
65. Berücksichtigt man die Bedeutung der Gewebe für die Entwickelungsgeschichte der Organe, so lässt sich zwischen Theilungs- und Dauergeweben unterscheiden.

Ein Theilungsgewebe oder Meristem wird aus Zellen gebildet, die bei langsamem Wachsthum sich derart theilen, dass die einen, meist viel kleineren, dünnwandigen, mit reichem Plasmainhalte versehenen Tochterzellen fortfahren sich in gleicher Weise zu theilen, während die anderen, rascher wachsenden Tochterzellen früher oder später in Dauerzellen (s. unten) übergehen. An den äussersten Stengel- und Wurzelspitzen, in den jüngsten Blättern und Keimlingen findet man ein derartiges Theilungsgewebe, aus dem alle anderen Gewebesysteme hervorgehen: das Urmeristem (§ 97), während ein Folgemeristem in dünnen Zellenschichten häufig zwischen bereits existirenden Dauergeweben in älteren Theilen der Pflanze entweder von Anfang an erhalten bleibt (Cambium — § 107) oder neu auftritt (Korkcambium oder Phellogen — § 81), um durch Bildung neuer Dauergewebe die vorhandenen älteren zu verstärken.

Als Dauergewebe bezeichnet man aber alle Gewebe, deren nicht mehr theilungsfähige Zellen nach bestimmtem Wachsthum endlich in irgend einer Form ihre definitive Ausbildung erlangt haben (Kork, Holz u. s. w.).

66. In sehr jugendlichen Geweben sind die trennenden Wände zwischen benachbarten Zellen dünn und erscheinen auch unter den stärksten Vergrösserungen nur als einfache Celluloselamelle. Bei manchen Geweben ist dies auch später selbst bei stärkerer Verdickung der Wand noch der Fall. Sehr häufig aber wird in der Zellenwand eine das Licht anders brechende Lamelle kenntlich, welche gewissermassen dieselbe in der Weise trennt, dass nun die eine der beiden seitlichen Lamellen der einen Zelle, die andere der anderen Zelle allein angehört, die neu auftretende Mittellamelle dagegen beiden Zellen gemeinsam ist (Fig. 15, i). Es sieht aus, als ob die Zellen in einer Grundmasse eingebettet lägen oder eine trennende Substanz zwischen sich nachträglich ausgeschieden hätten, zwei Ansichten, die früher gültig waren, heute aber, als hauptsächlich gegen die Gesetze des Wachsthums durch Intussusception streitend, verwerflich sind. Die Zwischenlamelle ist vielmehr eine physikalisch und chemisch differenzirte Mittelschicht der ursprünglichen, homogenen Zellhaut. Sie wird als Intercellularsubstanz bezeichnet. Bei vielen Tangen, im Sameneiweiss des Johannisbrodbaums (Ceratonia Siliqua) etc., ist die Intercellularsubstanz mächtig entwickelt, so dass die beiderseitige Celluloselamelle im Verhält-

Fig. 15.



niss zu ihr sehr dünn erscheint. Sie ist ferner in diesen Fällen verschleimt (§ 32) und im trockenen Zustande hornig, im wasserdurchtränkten stark gequollen, und färbt sich mit Jod und Schwefelsäure nicht blau, ist also keine reine Cellulose. In den meisten Fällen jedoch, besonders bei verholzten Geweben, ist die Intercellularsubstanz die am stärksten cuticularisirte Zellstoffschicht der Wand. Sie bricht das Licht sehr stark, gewöhnlich röthlich und tritt schon dadurch scharf hervor. Mit Jod färbt sie sich meistens röthlichbraun, während die weniger cuticularisirten Schalen der Wand und die Celluloselamelle (die innerste, direct an das Lumen der Zelle stossende Schicht) mehr braun bis gelbbraun gefärbt werden. In concentrirter Schwefelsäure bleibt sie nach Quellung und Lösung der übrigen Wandschichten bei feinen Querschnitten als ein zartes, sich nicht lösendes Netzwerk zurück, während sie sich beim Kochen in Salpetersäure mit chlorsaurem Kali vollständig und allein löst, so dass dies Verfahren zur Isolirung (Maceration) der Zellen verwendet werden kann.

67. Bei allen Zelltheilungen wird die zwischen den sich trennenden oder bereits getrennten Protoplasmakörpern der Tochterzellen durch die Thätigkeit des Plasmas ausgeschiedene Zellstoffhaut stets als ein einheitliches Ganzes organisirt, niemals in Form zweier Platten gebildet, welche etwa durch einen Spalt getrennt wären und von denen je eine einer der beiden Tochterzellen angehörte. Man bemerkt daher auch niemals inmitten einer solchen jugendlichen Membran einen Spalt und die in § 66 dargestellten Verhältnisse sprechen ebenfalls gegen eine solche Auffassung. Erst im späteren Alter tritt dagegen in Folge von Spannungen, durch ungleiches Wachsthum der Zellen veranlasst, eine theilweise Trennung ihrer Membranen da ein, wo drei oder mehr sich abrundende Zellen mit ihren Ecken und Kanten aneinander stossen. Hier bilden sich durch Auseinanderweichen der Zellen meist drei- oder vierseitige, engere oder weitere Kanäle (Fig· 9 d und 16 a, i), die Intercellularräume oder Intercellulargänge, die sich alsbald mit Luft füllen. Durch weiteres Wachsthum der angrenzenden Zellwände erweitern sie sich oft in bedeutendem Maasse (Fig. 13 a, i) und dadurch, dass an den meisten Kanten der betreffenden Gewebezellen die Bildung von Zwischenzellräumen nahezu gleichzeitig erfolgt, treten sie unter einander zu einem Luft oder andere Gase führenden Canalsystem zusammen, das schliesslich durch die Spaltöffnungen der Oberhaut (§ 74) mit der äusseren

Fig. 15 Querschnitt aus dem Holze von Pinus Strobus an der Grenze zweier Jahresringe (Vergr. 240). f Frühjahrsholz; h Herbstholz; i Intercellularsubstanz, deren Lamellen im Frühjahrsholze schwarz gezeichnet wurden; t Tüpfel.

atmosphärischen Luft in Verbindung tritt und den Gasaustausch zwischen dieser und dem Innern der Pflanze vermittelt.

68. In vielen Fällen erweitern sich die Intercellulargänge auch durch Wachsthum und weitere Theilungen der umgebenden Zellen zu ansehnlichen, oft schon dem unbewaffneten Auge sichtbaren Gängen, welche grössere Strecken des Gewebes, oft ganze Internodien eines Stengels, der Länge nach durchziehen. Sind diese mit Luft gefüllt, so heissen sie Luftcanäle (Blattstiel der Nymphaeaceen; Stengel von Hippuris, Elodea, Equisetum; Blätter von Iris; überhaupt die Gewebe vieler Sumpf- und Wasserpflanzen). Oft dagegen werden in derartige Intercellularräume hinein Harze (Nadelhölzer), ätherische Oele (Doldengewächse), Gummi (Cycadeen) oder Milchsaft (Aroideen) von den benachbarten Geweben ausgeschieden; sie führen dann die Namen Harz-, Oel-, Gummi- oder Milchsaftgänge (§ 95).

69. Aehnlich wie die Intercellularräume bilden sich oft ganz local mehr oder minder ausgedehnte Spalten inmitten einer Scheidewand zweier Zellen. Dieselben sind dann entweder als flache Höhlungen kenntlich; oder die eine der beiden durch die Spalte getrennten Wandlamellen oder beide erfahren an der Spaltungsstelle sehr starkes locales Flächenwachsthum und falten sich in Folge dessen mehr oder minder weit in die Zellhöhlung hinein (Parenchymzellen der Blätter von Pinus, Querwände der Spirogyra-Zellen etc.).

Endlich können auch ganze Zellgewebe in Folge durchgehender Spaltung ihrer Membranen in zwei Lamellen bei Abrundung der Zellen sich in völlig isolirte Zellen auflösen: Zellen der reifen Schneebeere und anderer saftiger Früchte, Mutterzellen von Sporen und Pollen.

B. Die ausgebildeten Gewebe.

Die fertig ausgebildeten Gewebe des höher organisirten Pflanzenkörpers ordnen sich nach gewissen Gesetzen in drei Systeme: das Hautgewebe, das Fibrovasalsystem und das Grundgewebe, deren charakteristische Eigenschaften einzeln besprochen werden müssen.

1. Das Hautgewebe.

70. Das Hautgewebe, welches nur an der Oberfläche körperlicher Gewebemassen auftritt, ist bei niederen Gewächsen nicht oder nur wenig entwickelt. Bei den Lagerpflanzen (Thallophyten) werden die Zellen nach der Oberfläche des betreffenden Organes zu häufig allmälig kleiner, dickwandiger und in ihren Wänden oft gefärbt (viele Tange, Flechten und Pilze) und in manchen Fällen lassen sich viele derartige äussere Schichten auch als eine Art Haut vom darunter liegenden Gewebe abziehen, oder sie lösen sich im natürlichen Verlaufe der Entwickelung selbst los (bei manchen Hut- und Bauchpilzen). Auch bei vielen Moosen ist nur in dem eben angedeuteten Sinne ein Hautgewebe vorhanden (die meisten Lebermoose und Stengel der Laubmoose). Bei manchen Moosen (Marchantiaceen, Sphagnum, der Moosfrucht), sowie bei den übrigen Axenpflanzen ist dagegen eine äussere Gewebelage nicht allein schärfer gegen das darunter liegende Gewebe abgesetzt, sondern sie tritt auch mit ganz anderem morphologischen Charakter auf. Dies geschieht um so auffallender, je mehr

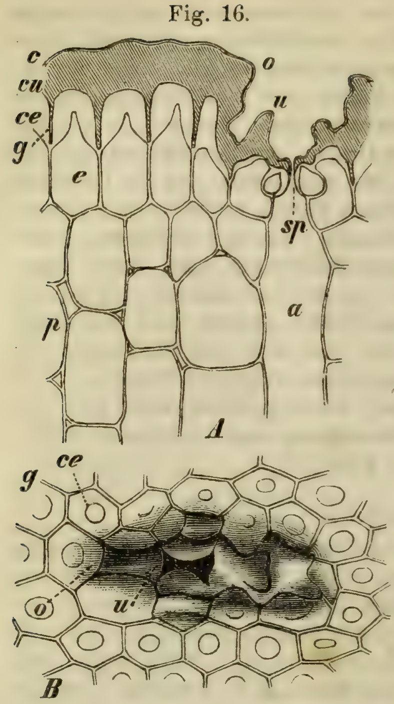
das betreffende Organ dem Lichte und der Luft ausgesetzt und je länger die Lebensdauer desselben ist, während an unterirdischen oder unter Wasser wachsenden Pflanzentheilen der Gegensatz zwischen Haut- und Grundgewebe weniger hervortritt. In vielen Fällen wird das Hautgewebe nur aus einer einzigen Zellenlage gebildet (Blätter, viele Stengel u. s. w), die sich häufig durch nur ihr eigenthümliche Organe, die Spaltöffnungen (§ 74), und durch Entwickelung von Haaren (§ 76) auszeichnet und als Oberhaut oder Epidermis bezeichnet wird. In anderen Fällen erleidet diese Zellenlage noch nachträgliche tangentiale Theilungen. Von der äussersten, Oberhaut bleibenden Zellschicht werden andere Zellenlagen nach innen abgeschieden (bei gewissen Pflanzen Kork — § 81, bei anderen sogenannte Wassergewebe — § 79). In noch andern Fällen endlich wird das Hautgewebe durch Zellbildungen verstärkt, die zwar nicht aus Theilungen der Oberhaut, sondern aus solchen des unter dieser liegenden Grundgewebes hervorgehen, welche jedoch physiologisch wie das Hautgewebe sich verhalten oder dieses später nach seiner Zerstörung sogar vertreten: Hypoderm (Collenchym, Sclerenchym, Kork — § 80--82).

a. Die Oberhaut.

71. Die Oberhaut oder Epidermis wird also nur aus einer einzigen, oberflächlichen Zellenlage gebildet, deren Zellen entweder mehr oder weniger stark in der Richtung der Längsaxe des betreffenden Organes gestreckt (Wurzeln, viele Stengel, Blätter vieler Monocotyledonen) oder breit tafelförmig sind (bei Blättern mit breiter Fläche). In beiden Fällen sind die Seitenwände entweder gerade oder wellenförmig so gebuchtet, dass die Ausbuchtungen benachbarter Zellen lückenlos in einander greifen (Fig. 17). Mit Ausnahme der Spaltöffnungen (§ 74) besitzt überhaupt die Oberhaut keine Intercellularräume. Ebenso sind die Oberhautzellen mit Ausnahme der Spaltöffnungszellen meist frei von Chlorophyll und Stärke (bei Wasserpflanzen und manchen Farnblättern sind solche vorhanden); dagegen führen sie häufig Anthocyan (§ 50) in solcher Menge, dass die grüne Färbung der unter ihnen liegenden Gewebe durch dasselbe verdeckt wird (rothe Stengel u. s. w.).

72. Die Wände der Epidermiszellen sind meistens ungleich in der Weise verdickt, dass die freie Aussenwand bedeutend stärker ist, als die zarter bleibende Innenwand und die Seitenwände. Letztere verdicken sich häufig derart, dass die Verdickung der Aussenwand (im senkrechten Durchschnitt gesehen) keilförmig auf sie übergeht und entweder allmälig verläuft oder plötzlich aufhört, oft noch die untere Partie der Wand frei lassend (Fig. 16A). An der ausgebildeten Oberhaut ist mit dieser Verdickung Schichten- und Schalenbildung verbunden (Fig 16). Die äusserste Lamelle der Aussenwand ist stets stark cuticularisirt und läuft über die ganze Fläche des betreffenden Organes als ein scharf gegen die tiefer liegenden Lamellen abgesetztes, stark lichtbrechendes Häutchen, die echte Cuticula (Fig 16 A, c), hin, die mit Jod und Schwefelsäure sich nur braun bis braungelb färbt, in concentrirter Schwefelsäure unlöslich, in kochender Kalilauge dagegen löslich ist. Bei vielen Pflanzen zeigt die Cuticula an ihrer freien Oberfläche locale Verdickungen in Form von Höckerchen, Stacheln oder Leisten geringen Umfanges (Blätter von Helleborus). An manchen oberirdischen Organen (z. B. dicklederi-

Fig. 16.



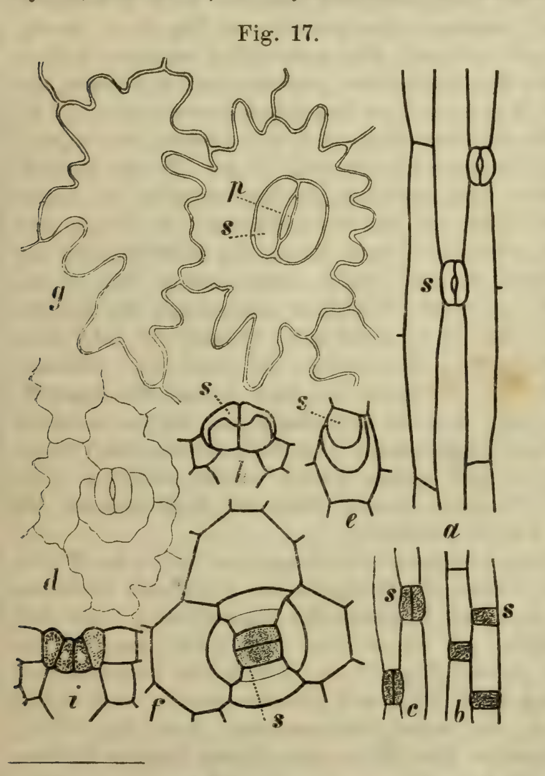
gen Blättern) ist die Cuticula so stark entwickelt, dass sie sich in grösseren Stücken von diesen abpräpariren lässt. Zwischen Cuticula und einer innersten die Zellhöhlung auskleidenden Lamelle aus reiner Cellulose (Fig. 16 A, ce) liegen dann häufig noch schwächer cuticularisirte Schichten oder Cuticularschichten Fig. 16 A, cu) die mit Jod und Schwefelsäure von innen nach aussen die verschiedensten Farbentöne von Grünblau durch Grünbraun bis zum fast reinen Braun zeigen können und dadurch den jedesmaligen Grad der Cuticularisirung angeben. Ebenso ist häufig eine mittlere, nach aussen an die Cuticularschichten schliessende Lamelle der Seitenwände in Intercellularsubstanz umgewandelt, oder es greifen von der Cuticula aus nach innen plattenartige Vorsprünge zwischen die seitlichen cuticularisirten Schichten als sogenannte Grenzschichten ein (Fig. 16 A und B, g).

73. Einlagerung unorganischer Substanz, besonders der Kieselerde, in die Oberhaut wurde schon in § 33 erwähnt. Bei manchen Pflanzen ist cuticularisirten Wandschichten noch sogenanntes Wachs ein- oder aufgelagert, das wahrscheinlich erst in der Zellwand selbst gebildet wird. Dasselbe ist ein Gemenge von zwei oder mehreren Fetten mit häufig geringeren (Wachs von Copernicia) oder grösseren Mengen (Wachs von Ceroxylon) von Harz und in kaltem oder heissem Alkohol oder Aether mehr oder minder leicht löslich. Wo es der Membran eingelagert vorkommt, lässt es sich erst durch Erwärmen derselben fürs Auge nachweisen, da es dann in Tröpfchen an die Oberfläche derselben tritt. Aufgelagert ist es in stärkeren Lagen mit blossem Auge meist sichtbar. Unter dem Mikroskope erscheint es dann entweder in Form membranähnlicher Krusten (homogene, durchsichtige Glasur bei Sempervivum tectorum — durchsichtige Schüppchen und Blättchen bei Portulaca oleracea, Opuntia u. s. w. — dicke, durchscheinende Krusten, von häufig gestreiftem oder geschichtetem Bau bei Euphorbia canariensis, Myrica-Früchten, Stämmen der Wachspalmen) —

Fig. 16. A. Querschnitt der Epidermis des Blattes von Agave americana (Vergr. 240); c Cuticula, cu die (in der Zeichnung schraffirten) cuticularisirten Schichten und ce die Celluloseschichten der Aussenwand der Epidermiszellen e; g die Grenzschichten der Schicht cu; p Blattparenchym; a Athemhöhle; sp Spaltöffnung; u unterer und o oberer Wall der Epidermisgrube oberhalb der Spaltöffnung. — B. Grube über der Spaltöffnung von der Fläche gesehen; von den Oberhautzellen sind bei tieferer Einstellung die Grenzschichten (g) der cuticularisirten Schicht der Aussenwand gezeichnet; sonst die Buchstaben wie in Fig. A.

oder als ein Ueberzug von senkrecht stehenden, langen, dünnen, gekrümmten oder lockenartigen Stäbchen (Blätter von Musaceen und Cannaceen, Zuckerrohr etc.) — oder als ein Haufwerk zarter Stäbchen, Nädelchen oder von Körnchen, die in mehreren Lagen über einander liegen (viele Gräser z. B. Roggen, bereifte Eucalyptus- und Acacia-Blätter u. s. w.) — oder endlich in den allerhäufigsten Fällen in Form des körnigen Reifüberzuges aus in einer Schichte liegenden vereinzelten oder gedrängten Körnchen (Liliaceen, Irideen, Brassica oleracea etc. etc.). Nach ihrem Verhalten zum polarisirten Licht lassen sich viele Wachsüberzüge (Copernicia, Myrica, Saccharum) als krystallinisch und doppelt-lichtbrechend erkennen.

Fig. 17.



74. Die Spaltöffnungen sind Intercellularräume der Epidermis, welche mit den Intercellulargängen des Innengewebes in Verbindung stehen und so den Gasaustausch der Pflanze mit der umgebenden Luft erleichtern. Gewöhnlich münden sie in einen unmittelbar unter ihnen und den benachbarten Oberhautzellen gelegenen grösseren Intercellularraum: die Athemhöhle (Fig. 16 A, a). Sie finden sich daher am häufigsten an oberirdischen Organen, in grösster Menge an den Laubblättern, bei denen sie auf einem Quadratmillimeter gewöhnlich bis zu 300, in seltneren Fällen selbst bis zu 700 vorkommen, häufig auf beiden Flächen gleichzeitig oder nur auf der

Fig. 17. a Epidermiszellen eines Iris-Blattes mit zwei Spaltöffnungen (s — von unten gesehen). b Stück der Epidermis eines sehr jugendlichen Blattes von Iris mit den Mutterzellen (s) der Spaltöffnung. c Ein solches etwas älter, die Spaltöffnungsmutterzellen bereits getheilt, aber der Porus noch nicht gebildet. d Oberhautzellen mit Spaltöffnung von Asplenium bulbiferum. e Anlage der Spaltöffnungs-Mutterzelle (s) in einer Oberhautzelle derselben Pflanze. f Stück der Oberhaut von Commelina communis nach Strasburger; s sind die jugendlichen von den Nebenzellen umgebenen Schliesszellen der Spaltöffnung. g Zwei Oberhautzellen des Blattes von Aneimia Phyllitidis mit einer Spaltöffnung; s deren Schliesszellen, p Porus. h Eine junge Spaltöffnung derselben Pflanze im senkrechten Durchschnitt; s Schliesszellen, deren Porus noch nicht gebildet ist. i Senkrechter Durchschnitt der vier jugendlichen Schliesszellen einer Spaltöffnung von Equisetum limosum, nach Strasburger.

Unterseite oder der Oberseite (bei auf dem Wasser schwimmenden Blättern z. B.). An der Epidermis echter Wurzeln sind sie niemals, an gänzlich untergetaucht wachsenden Wasserpflanzen nur selten vorhanden. Bei manchen Pflanzen liegen sie ganz unregelmässig, bei anderen in regelmässige Reihen vertheilt (Schachtelhalme u. s. w.).

Bei der grossen Mehrzahl der Pflanzen wird die Spaltöffnung durch zwei eigenthümliche, halbmond- oder nierenförmige Zellen, die Schliesszellen (Fig. 17 a, g: s) gebildet, welche zwischen sich einen schmalen, von der Fläche gesehen meist linsenförmigen Spalt, den Porus (Fig. 17 g: p), lassen, und die bei langgestreckten Organen auch gewöhnlich parallel der Längsaxe dieser gestreckt oder gestellt sind (Fig. 17 a). Häufig werden die Schliesszellen noch von zwei oder mehr Zellen umgeben, welche abweichend von den übrigen Epidermiszellen gestaltet sind und häufig als Hülfsporenzellen oder Nebenzellen bezeichnet werden (Fig. 17 f). In anderen Fällen liegen die Schliesszellen selbst frei inmitten einer grossen Epidermiszelle, wie bei manchen Farnen (Fig. 17 g). Wo die übrigen Oberhautzellen chlorophyllfrei sind, enthalten die Schliesszellen der Spaltöffnung häufig Chlorophyllkörner mit Stärkeeinschlüssen. In Bezug auf die umgebenden Zellen der Oberhaut liegen ferner die Schliesszellen mit diesen in gleicher Höhe, oder sie sind etwas höher gestellt (Fig. 17 h), oder sie liegen (namentlich bei stark verdickter Aussenwand der Epidermiszellen sehr auffallend — Fig. 16 A) mehr oder weniger tief unter dem Niveau der übrigen Oberhautzellen, Verhältnisse die durch die verschiedenartige Wachsthumsweise der Oberhautzellen nach Anlage der Spaltöffnungen leicht erklärt werden. Von der Cuticularisirung werden meistens auch nur die Aussenwände der Schliesszellen betroffen, welche gleich denen der übrigen Oberhautzellen oft nach aussen stärker verdickt sind (Fig. 17 h). Wo Wachsablagerungen vorkommen, lassen diese die Schliesszellen oft ganz frei, oder sie sind auf ihnen spärlicher.

75. Die Entwickelung der Spaltöffnungen erfolgt in der Weise, dass durch Theilung einer jungen Oberhautzelle ein gewöhnlich kleineres Stück derselben als Mutterzelle der Schliesszellen abgeschnitten wird. Bei langgestreckten Epidermiszellen ist die an dem einen Ende derselben abgegliederte Mutterzelle fast cubisch (Fig. 17 b: s). Durch eine senkrecht auf die Oberfläche gestellte Längswand theilt sich dieselbe dann in zwei rechts und links gelegene Zellen, die jungen Schliesszellen (s in Fig. 17 c), welche weiter wachsend zunächst ihre Wände wie die der übrigen Epidermiszellen verdicken; namentlich verdickt sich die Scheidewand der beiden Schliesszellen gewöhnlich dort stärker, wo sie innen und aussen den Wänden der Mutterzelle anstösst. Die Schliesszellen streben dabei sich mehr oder weniger abzurunden; später differenzirt sich die anfänglich eine Lamelle der Längsscheidewand in zwei Lamellen, die sich dann endlich eine Strecke weit so von einander trennen, dass in der Mitte der Schliesszellen ein kürzerer oder längerer, die ganze Höhe derselben durchsetzender Spalt (Porus) gebildet wird, wobei die Trennung bald von aussen, bald von innen her beginnt und beide Schliesszellen halbmondförmig an der betreffenden Stelle auseinander weichen.

Aehnlich ist die Anlage der Spaltöffnung bei vielen anderen Pflanzen, bei denen die Oberhautzellen auch nicht so gestreckt sind, wie in Fig. 17

a—c. Bei Plantagineen, Sileneen, Oenothereen, vielen Farnen u. s. w. wird aus der Epidermiszelle durch eine Uförmig gebogene Wand zunächst eine Tochterzelle herausgeschnitten, die entweder unmittelbar zur Spaltöffnungsmutterzelle wird und durch eine Längswand sich theilt, oder in welcher durch eine zweite Uförmige Wand sich erst die Mutterzelle bildet (Fig. 17 e jung, d fertig). Aehnliche, die Mutterzelle der Schliesszellen vorbereitende Theilungen finden häufig bei den verschiedensten Pflanzen und in mannigfacher Weise statt (Crassulaceen, Cruciferen, Papilionaceen u. s. w.). Die durch sie erzeugten Zellen umgeben dann als die schon erwähnten Nebenzellen die Spaltöffnung. In anderen Fällen (bei Gramineen, Juncaceen, überhaupt vielen Monocotyledonen) werden letztere jedoch erst nach Anlage der Spaltöffnungsmutterzelle von den benachbarten Epidermiszellen durch nachträgliche Theilwände abgeschnitten (Fig. 17 f.).

Die eigenthümlichen Spaltöffnungen mancher Farnkräuter (Aneimia etc. — Fig. 17 g) entstehen dadurch, dass durch eine ringförmige Wand, die nur die Aussen- und Innenwand der Oberhautzelle berührt, eine etwa kegelförmige Mutterzelle so herausgeschnitten wird, wie ein Korkbohrer aus einem Korke ein Stück herausschält.

Bei den Schachtelhalmen endlich wird die Mutterzelle der Spaltöffnung zuerst durch eine schief rechts liegende, dann durch eine zweite schief und links fallende Längswand in drei neben einander liegende Zellen getheilt, von denen die mittlere noch einmal eine Längstheilung erfährt. Von den vier neben einander liegenden Zellen (Fig. 17 i) werden beim weiteren Wachsthum die beiden mittleren nach unten gedrückt, während die beiden seitlichen nach oben rücken, so dass die Spaltöffnung aus zwei über einander liegenden Paaren von Schliesszellen gebildet wird.

76. Die Haare sind Bildungen des Hautgewebes, entweder der Oberhaut allein oder dieser und des darunter liegenden Gewebes (vgl. §§ 150, 151). Sie treten in äusserst mannigfaltigen Gestalten auf, oft an einer Pflanze in verschiedenen Formen neben einander oder auf verschiedenen Theilen derselben (z. B beim Kürbis — Fig. 18 o—t). In den einfachsten Fällen ist es eine einzelne jugendliche Epidermiszelle, welche ihre Aussenwand papillenartig zur Anlage des Haares emporwölbt. Bei vielen Blumenblättern sind es dergleichen schlankere oder stumpfere kegelartige Papillen, welche den eigenthümlichen sammetartigen Glanz dieser Organe bedingen und die entweder durch Scheidewand von ihrer Mutterzelle abgegrenzt werden (v′) oder mit ihr in Verbindung bleiben (v). In anderen Fällen wächst die Zellpapille zum langen, ungegliederten, cylindrischen Schlauche aus (Wurzelhaare — a, viele Wollhaare), der oft durch unregelmässige Ausbuchtungen in Folge localen Membranwachsthums ganz eigenthümliche Formen erhält (d); oder der Haarschlauch gliedert sich während seines Wachsthums durch Querwände in eine Zellenreihe (e, s, r), deren Endzelle entweder zugespitzt ist (e, s), oder kopfförmig anschwillt (f), oder sonstige, oft unregelmässige Gestalt annimmt (g). Häufig erleidet die kopfige Endzelle des sogenannten Köpfchenhaares weitere Quer- (o) oder Vertikaltheilungen oder beide zusammen (l, p, q). Bei Vertikaltheilung sind die Scheidewände häufig sehr regelmässig radial gestellt (m, w), das Köpfchen dabei oft scheibenförmig erweitert (m). Bleibt in letzteren Fällen der Stieltheil des Haares sehr kurz und wächst die Scheibe unter zahlreichen radialen Theilungen

stärker in der Richtung der Fläche, so entstehen die zierlichen Schuppen, wie sie bei Elaeagnus u. s. w. sich finden und zu denen die einzelligen (k) oder radial getheilten Sternhaare gewissermassen den Uebergang machen. Locales Spitzenwachsthum einzelner Wandstellen ist die Ursache der Strah-

Fig. 18.



Fig. 18. Verschiedene Haarformen: a Wurzelhaare eines Farnvorkeimes (Vergr. ca. 100). b und c junges und altes Brennhaar von Urtica dioica (Vergr. 80). d Haar aus dem Schlunde der Blumenkrone von Viola tricolor (Vergr. 150). e Stengelhaar von Stachys lanata (Vergr. 60). f Haar vom Blüthenstiele eines Pelargonium (Vergr. 150). g Haar von Tanacetum Meyerianum (Vergr. ca. 150). h und i junges und altes Haar vom Blatte des Verbascum Thapsus (Vergr. h = 300, i = 70). k Sternhaar von Deutzia scabra, zwei Strahlen in der Flächenansicht, die drei oberen Strahlen im Durchschnitt gezeichnet (Vergr. 70). l Drüsenhaar vom Blüthenstiele der Calendula officinalis (Vergr. 240). m Haar vom Blüthenstiele der Scrophularia nodosa (Vergr. 300). n Junges Drüsenhaar vom Blatte der Johannisbeere; die Cuticula ist durch reiche Harzabsonderung emporgehoben, der vom Harz erfüllte Hohlraum zwischen derselben und den abscheidenden Zellen schraffirt (Vergr. ca. 300). o—t verschiedene Haarformen vom Kürbis. u dickwandiges Borstenhaar von jungen Blättern von Rubus Hofmeisteri, mit drei spaltenförmigen Tüpfeln im unteren Theile der Wand. v Haarpapillen aus dem Schlunde der Blumenkrone von Primula sinensis w Junges Drüsenhaar von Cannabis sativa. v' Haar von der Blüthe der Salvia gesnerifolia (o—v' schwach vergrössert).

lenbildung bei dergleichen Sternhaaren, wie der Astbildung bei mehrzelligen cylindrischen Haarformen (h, i). Durch Längstheilung der Zellen in Haarformen, wie etwa Fig. s, wird das Haar oft zu einem vielzelligen, stachel- oder borstenartigen Zellenkörper von meist kegelförmiger Gestalt (Papaver etc.), dessen Zellen nach oben allmälig so abnehmen, dass eine einzige Zelle gewöhnlich die Haarspitze bildet. Erhebt sich bei bereits angelegten Haaren das unter ihnen liegende Gewebe in Folge reicher Zelltheilungen, so wird das Haar auf einem mannigfaltig gestalteten Zellenhügel emporgetragen, wobei oft die Haarbasis tief denselben eingesenkt ist (c, b im Jugendzustande).

77. Die Wand der Haare bleibt oft zart und dünn. In anderen Fällen wird sie mehr oder minder stark verdickt und häufig dabei geschichtet (u); eine äussere Lamelle ist meistens zur Cuticula umgebildet. Die Verdickung ist entweder eine allgemeine, oder eine locale mit Tüpfelbildung (u), oder mit Bildung von Cuticularleisten, Cuticularknötchen (d, k) u. s. w. Die Wand der Haare, namentlich borstenförmiger und ähnlicher, besitzt häufig Einlagerungen von Kalk oder Kieselerde (Deutzia, bei Urtica besonders die spröde Spitze der Brennhaare). Der Plasmainhalt zeigt oft strömende Bewegung (Rotation bei Hydrocharis, Circulation in den Staubfadenhaaren bei Tradescantia — Fig. 2 — den Brennhaaren von Urtica — Fig. 18 c — etc.). Mit dem Alter verlieren die Haare gewöhnlich ihren Zellinhalt; die Zellen füllen sich mit Luft, schrumpfen später oft zusammen oder lösen sich auch wohl von der Oberhaut los, so dass anfänglich behaarte Pflanzentheile mit der Zeit kahl werden.

78. Bei vielen Pflanzen sind die Haare Secretionsorgane: Drüsenhaare. Hier enthält entweder die einzelne, blasige Endzelle des gestielten Haares (f) ätherisches Oel oder Harz; oder das Köpfchen ist vielzellig und jede Zelle sondert das Secret durch die Zellwand in einen unter der sich blasenförmig abhebenden Cuticula sich bildenden Hohlraum (n) ab, in dem es sich als stark lichtbrechende Flüssigkeit ansammelt, wobei die secernirenden Zellen oft nach und nach verschrumpfen (Cannabis, Humulus — Lupulin); oder die Cuticula schliesslich platzt und das Secret sich über die Pflanzentheile ergiessen lässt. Bemerkenswerth sind in dieser Beziehung die als Leimzotten (Colleteren) bezeichneten vielzelligen Drüsenhaare einer grossen Anzahl von Laubknospen, bei denen sie an den jungen Blättern (Ribes — Fig. 18 n), den Nebenblättern (Prunus, Viola), den Blattscheiden (Polygoneen) oder den Knospenschuppen selbst (Aesculus) schon sehr frühzeitig entstehen. Das Secret derselben ist entweder Gummischleim, oder Harz, oder in den allermeisten Fällen ein Gemenge von beiden. Der Gummischleim entsteht durch Quellung einer unter der Cuticula liegenden Membranschicht und tritt durch Sprengung der Cuticula ins Freie, während das Harz in dem Inhalte der Zelle gebildet und in Tropfenform durch die Membran ausgeschieden und dem Gummischleim eingelagert wird. Durch Erguss dieser Massen zwischen und über die Knospentheile werden diese vor äusseren verderblichen Einflüssen geschützt, wobei oft noch starke Behaarung, Korkbildungen u. s. w. mitwirken. In manchen Fällen wird das Secret auch von den Oberhautzellen allein (Populus) oder gleichzeitig von dieser und Leimzotten (Polygonum) erzeugt.

79. Bei manchen Pflanzen wird die Oberhaut durch später erfolgende

Theilungen in zwei oder mehr Schichten zerlegt. Bei Blättern von Begonia, Ficus und Piperaceen bleibt die äusserste Zellenlage dann als eigentliche Epidermis erhalten, während die Innenschichten ein grosszelliges, dünnwandiges Gewebe mit wasserhellem Inhalt darstellen (Wassergewebe). Bei den Luftwurzeln von Orchideen und Aroideen dagegen verwandeln sich die äusseren Lagen der mehrschichtig gewordenen Oberhaut durch Verlust ihres Zellinhaltes in eine weissliche, oft schwammige, luftführende sogenannte Wurzelhülle.

b. Das Hypoderm.

80. Zu den aus dem Grundgewebe hervorgehenden, das Hautgewebe verstärkenden Schichten gehören namentlich Collenchym, Sclerenchym und Kork. Das bei einer grossen Zahl von Pflanzen vorzüglich unter den Kanten der Stengel und Blattstiele sich entwickelnde **Collenchym** (Leimgewebe) besteht aus gestreckten, meist engen Zellen, deren Kanten und Ecken durch häufig nach innen vorspringende, glänzend-weisse Verdickungsschichten charakterisirt sind, die sich durch starke Quellungsfähigkeit (schon im Wasser) auszeichnen (Fig. 19). Das **Sclerenchym** ist durch dickwandige, meist langgestreckte, oft bastfaserähnliche Zellen charakterisirt, deren farblose oder gefärbte Wände eine bedeutende, hornartige Festigkeit besitzen, und die entweder in einzelnen Bündeln (Blätter vieler Nadelhölzer) oder ganzen Schichten (Stämme und Blattstiele vieler Gefässkryptogamen und Monocotyledonen — Fig. 23 in § 85) unter der Oberhaut liegen.

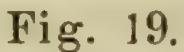
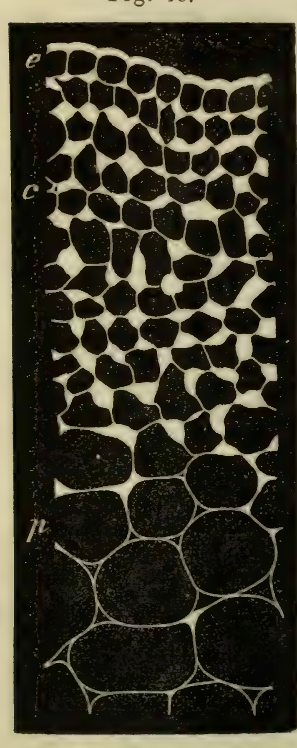


Fig. 19.



81. Der **Kork** nimmt seinen Ursprung selten aus der Epidermis (Salix, Pomaceen), meistens aus dem unmittelbar unter der Oberhaut liegenden Gewebe (Populus, Sambucus, Prunus, Alnus etc.) oder der tiefer liegenden grünen Rinde (Rubus Idaeus, Ribes). Er dient da, wo er gebildet wird, saftigen Geweben zum Schutz, namentlich dann, wenn diese eine bedeutende Vergrösserung ihres Umfanges erfahren, oder wenn Verwundungen innere Gewebe blosslegen. Bei ausdauernden Stämmen und Wurzeln iert s eine allgemeine Erscheinung.

Die Bildung des Korkes erfolgt durch Tangentialtheilungen der Zellen der betreffenden Gewebeschicht (Fig. 20, p). Diese brauchen nicht am ganzen Umfange des Stengels oder Stammes gleichzeitig aufzutreten, schliessen jedoch gewöhnlich sehr bald zu einer völlig zusammenhängenden Schicht an einander. Durch die erste Theilung wird die Mutterzelle in zwei

Fig. 19. Stück eines Querschnittes aus der äusseren Stengelregion von Beta vulgaris (Vergr. 240). e Epidermis, c Collenchym, p Rindenparenchym.

radial hinter einander gelegene Zellen zerlegt. Die innere derselben bleibt dünnwandig, protoplasmareich und theilungsfähig; die äussere dagegen cuticularisirt (verkorkt — § 32) ihre Wände und verliert nach und nach ihren Inhalt, an dessen Stelle Luft tritt: sie wird zur Dauerzelle, zur ersten Korkzelle.

Durch weitere Theilung zerfällt die innere Zelle abermals in eine neue Korkzelle und eine theilungsfähige Zelle und so fort. Sämmtliche theilungsfähigen, korkbildenden Zellen schliessen zu einem korkbildenden Cylindermantel, dem Korkcambium oder Phellogen (Fig. 20, p) zusammen, während die von ihnen nach aussen abgeschiedenen Korkzellen als Periderm (Fig 21, k) bezeichnet werden. Letztere liegen in Folge ihrer Entstehungsweise in radialen, lückenlosen Reihen, deren äussere Zellen durch den Druck der von innen nachwachsenden Gewebe in der Richtung des Radius sehr ba[illegible] zusammengepresst und in ihren Wänden verbogen werden. Die ausserhalb des Periderm liegenden Epidermis und Rindenschichten stellen ihr Wachsthum bald ein. Sie folgen noch eine Zeit lang passiv dem Drucke der sich verstärkenden inneren Gewebemassen (Kork, Bast, Holz), werden dann anfänglich an einzelnen Stellen zerrissen, später vielfach zersprengt und endlich in verwitternden Fetzen abgeworfen (Zweige von Ribes als schönes Beispiel — Fig. 21). An ihre Stelle tritt als äusseres Schutzgewebe der Kork Beginnt im darauffolgenden Sommer neue Korkbildung aus der Phellogenschicht, so werden zunächst gewöhnlich heller gefärbte Korklagen dem älteren, dunkleren Korke zugefügt. Häufig werden auch abwechselnd dünn- und dickwandige Korklagen gebildet: geschichtetes Periderm (Betula alba), und ebenso wird durch nach innen vom Phellogen abgeschiedene, Chlorophyll entwickelnde Zellen (Phelloderm Fig. 21 ri, 22 p) häufig auch die grüne Rinde verstärkt (Salix, Fagus u s. w.).

82. Wie die ausserhalb der Korkbildungen des ersten Jahres liegenden Gewebe werden auch die äusseren Korklagen in späteren Vegetationsperioden unter lang-

Fig. 20.

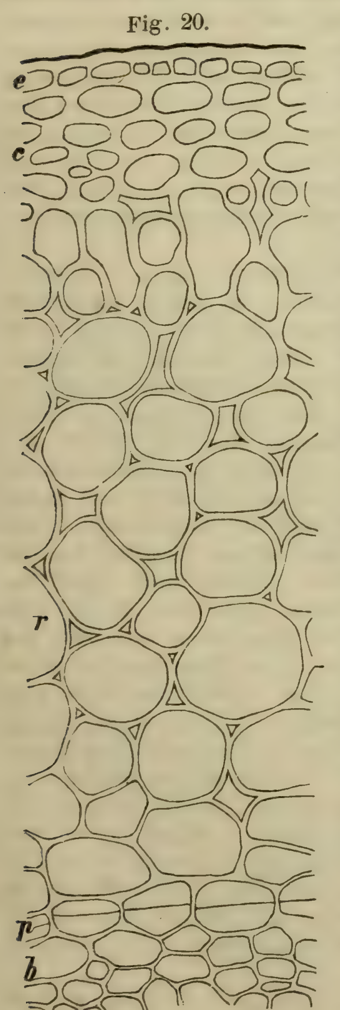
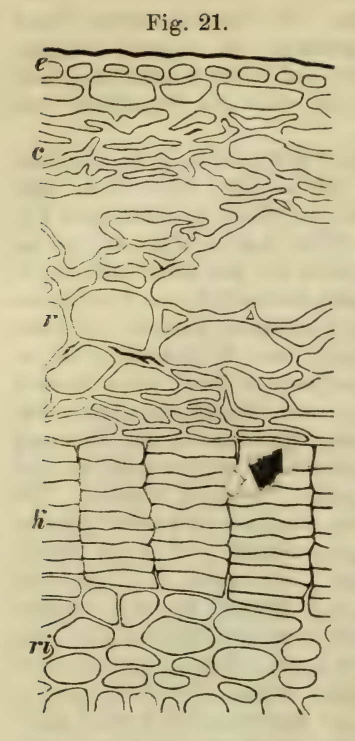


Fig. 20. Querschnitt eines diesjährigen Zweiges von Ribes aureum mit eben beginnender Korkbildung (Vergr. 240). e Epidermis, c Collenchym, r Rindenparenchym, p Phellogenschicht, b Bastparenchymzellen.

Fig. 21.



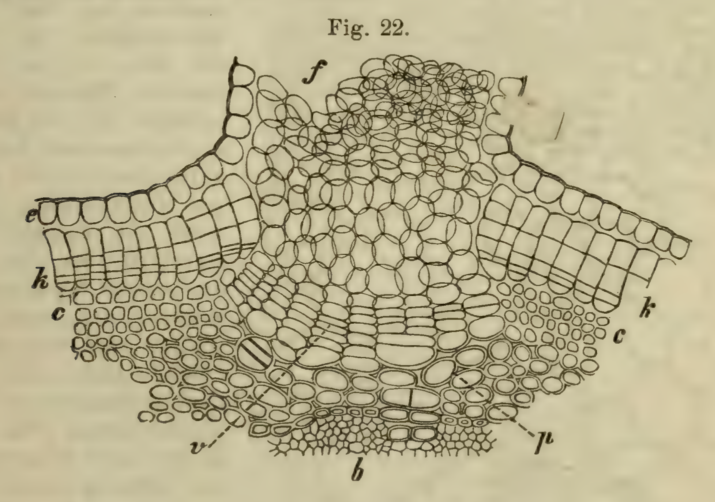
samer Verwitterung an der Luft allmälig abgestossen und durch neue nach aussen geschobene ersetzt. Bei Bäumen, welche ein höheres Alter erreichen, wird dabei stets neues Korkcambium in tieferen Schichten der Rinde und zuletzt des Bastes erzeugt, das neue Korkschichten bildet und dann sammt dem ausserhalb desselben gelegenen Gewebe abstirbt. So wechseln Lagen von Kork und todten Gewebestücken der Rinde und des Bastes als sogenannte Borke mit einander ab. Die äussersten derselben werden wie der Kork durch den Druck der nachwachsenden Gewebemassen des Stammes bald zerrissen (Quercus) und dabei oft in grossen Schuppen (Pinus, Platanus) oder sich loslösenden Ringen (Kirsche) abgeworfen.

83. Viele Pflanzen, zumal Dicotyledonen, entwickeln an ihren einjährigen Zweigen sogenannte Lenticellen oder Rindenporen. Diese entstehen im Rindengewebe unter einer Spaltöffnung (Sambucus, Prunus etc.) oder einer Gruppe von Spaltöffnungen (Populus, Juglans, Robinia etc.) dadurch, dass einzelne der Athemhöhle zunächst angrenzende Parenchymzellen sich vergrössern, theilen und, indem ihre grüne Färbung allmälig verloren geht, farblose, dünnwandige Zellen erzeugen, die sich abrundend ein unter der Spaltöffnung liegendes lockeres Gewebe, das Füllgewebe (Fig. 22, f) bilden. Dieses wird später von einer gewöhnlich im seichten Bogen nach innen gewölbten einzigen Zellschicht, der Verjüngungsschicht (Fig. 22, v), fortwährend von innen her ergänzt, wobei die tangentialen Theilungen in dieser Zellenlage lebhaft an die gleichen Vorgänge im Phellogen des Korkes erinnern und meist auch nach innen, der Rinde zu, ein chlorophyllhaltiges Phelloderm (Fig. 22, p) abgeschieden wird. Durch den Druck der stets neu erzeugten, von aussen her allmälig absterbenden Füllzellen wird die Epidermis (e) zunächst gehoben, und später mit einem Längsriss parallel der Axe des Stengels gesprengt, so dass nun die braune, bröckelige Masse der abgestorbenen Füllzellen zu Tage tritt (Fig. 22, f.) Die gewöhnlich bald nach Bildung der Lenticelle beginnende Korkbildung des Zweiges (Fig. 22, k) schliesst allseitig an die Verjüngungsschicht der ersteren an. Bei Pflanzen mit tief im Innern auftretender Korkbildung und in Folge dessen bald absterben-

Fig. 21. Querschnitt eines vorjährigen Zweiges von Ribes aureum. (Vergr. 240.) e Epidermis. c Vertrocknetes und zusammengepresstes Collenchym, der gleichen Schicht in Fig. 20 entsprechend. r Vertrocknetes und zusammengepresstes Rindenparenchym, der Schicht r in Fig. 20 entsprechend. k Kork, dessen innerste Lage die Phellogenschicht (p der Fig 20). ri Vom Phellogen erzeugtes chlorophyllhaltiges Phelloderm.

der äusserer Rinde geht die Lenticellenbildung später von Theilen des Phellogen aus (Ginkgo, Lonicera-Arten, Berberis, Ribes, Coniferen). In allen Fällen bleiben zwischen den Zellen der Lenticelle engere oder weitere Intercellulargänge, die (auch bei starker Korkbildung an den übrigen Theilen des Zweiges oder Stammes) an solchen Stellen eine Communication der inneren Intercellularräume mit der atmosphärischen Luft gestatten, so dass die Lenticellen physiologisch den Spaltöffnungen gleichwerthig sind. Im Herbste wird in manchen Fällen durch eine von der Verjüngungsschicht erzeugte Korkbildung (Verschlussschicht), die im nächsten Frühjahre aber durch unter ihr neu entstehende Lagen von Füllzellen wieder gesprengt wird, die Lenticelle mehr oder weniger verschlossen. Pflanzen, welche an ihren Stämmen und Zweigen Lenticellen zeigen, besitzen solche gewöhnlich auch an den Blattstielen und Wurzeln.

Fig. 22.



2. Das Fibrovasalsystem.

84. In den Blättern der höheren Gewächse, von den Gefässkryptogamen an aufwärts, bemerken wir namentlich bei durchscheinendem Lichte strangförmige Gewebemassen, die als Nerven (Adern) bezeichnet werden und aus eigenthümlichen Zellenformen zusammengesetzt sind. Dieselben Stränge lassen sich, meist mächtiger entwickelt, auch im Stengelgewebe derselben Pflanzen verfolgen. Sie führen die allgemeinen Namen: Gefässbündel, Leitbündel, Fibrovasalbündel oder Fibrovasalstränge. Bei den Gefässkryptogamen, den Monocotyledonen und in jugendlichen Stengeltheilen der Dicotyledonen erscheinen sie als isolirte, durch andere Gewebe (Grundgewebe) getrennte, nur hie und da namentlich in den Stengelknoten durch schiefe Aeste (Anastomosen) mit einander verbundene Stränge von grösserem oder geringerem Umfange. Bei Dicotyledonen von langer Lebens-

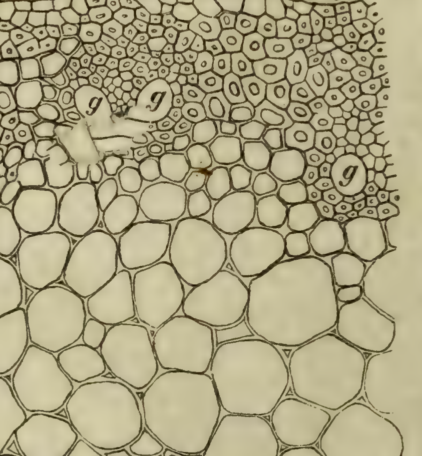
---

Fig. 22. Aeltere Lenticelle von Sambucus nigra (Vergr. 100) nach Stahl. e die unter dem Drucke der Füllsubstanz f aufgerissene Epidermis. k junger Kork. v Verjüngungsschicht der Lenticelle. p Phelloderm. b Bast. c Collenchym.

dauer der Stämme (unseren Bäumen z. B.) treten sie jedoch zu gewaltigen Massen zusammen, die das anfänglich zwischen ihnen liegende Grundgewebe gänzlich verdrängen, so dass ein solcher Stamm der Hauptsache nach nur noch aus Gefässbündelmassen gebildet wird.

Aus vielen saftigen Pflanzentheilen lassen sich die Gefässbündel leicht durch Zerstörung des umgebenden Gewebes (durch Fäulniss etc) von diesem trennen (Blätter, Stämme der Gefässkryptogamen, Cacteen u. s. w.). Sie stellen dann ein oft sehr charakteristisch zusammengefügtes Netzwerk stärkerer und schwächerer Stränge dar, das den Verlauf derselben am besten veranschaulicht.

Fig. 23.

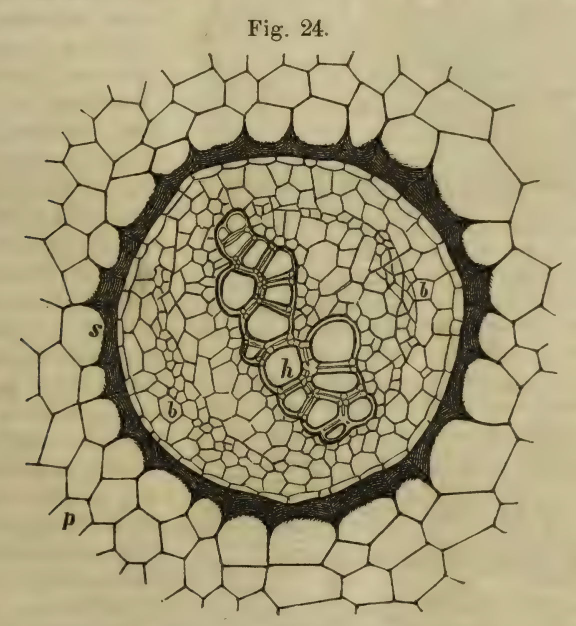


85. Jeder vollkommen ausgebildete Fibrovasalstrang besteht wenigstens aus zwei Gewebegruppen, die man als Holz- (Xylem) und Basttheil (Phloëm) unterscheidet. Bei den Monocotyledonen und Gefässkryptogamen, sowie einigen Dicotyledonen, sind beide die einzigen Bestandtheile des als g e s c h l o s s e n bezeichneten Stranges, der, einmal ausgebildet, sich nicht durch Hinzufügung weiterer Gewebeelemente zu verdicken vermag (Fig. 23, 24 und deren Erklärung). Die Gefässbündel in den Stämmen der Nadelhölzer und der meisten Dicotyledonen sind dagegen o f f e n e, d. h. zwischen ihrem Bast- und Holztheil liegt ein zartwandiges, theilungsfähiges Gewebe, das C a m b i u m (Fig. 25 und 26, c), welches bei ausdauernden Stämmen jährlich durch Vermehrung seiner Zellen und

Fig. 23. Querschnitt eines dünnen Seitenzweiges von Bambusa arundinacea (Vergr. 240). e Epidermis. p parenchymatisches Grundgewebe. b zwischen beiden gelegene bastfaserartige Zellen, welche einige Gefässbündel (g) einschliessen und nach aussen mit dünnerwandigem Gewebe wechseln. In dem inneren grossen Fibrovasalstrange sind g getüpfelte Gefässe, r ein Ringgefäss, n Bast und s Strangscheide.

Differenzirung eines Theiles derselben in die Zellformen des Holzes und Bastes diese um ein Beträchtliches verdickt und somit den ganzen Stamm an Umfang zunehmen lässt (§§ 107—110). Bei den letztgenannten Pflanzen ist daher auch die gegenseitige Lage beider Theile eine beständige: der Holzkörper liegt innen, dem Marke zugekehrt, der Bastkörper aussen, der Rinde zugewendet; zwischen beiden befindet sich das Cambium (Fig. 25 u. 26, c). Doch kommen auch Fälle vor (Solaneen, Cucurbitaceen etc.), in denen auf der Innenseite des Holzkörpers noch ein zweiter Basttheil sich findet. Bei den Monocotyledonen dagegen liegen Bast und Holztheil oft verschieden: einmal bildet der Bast die äussere, das Holz die innere Hälfte des Stranges; oder letzteres umgiebt concentrisch den central gelegenen Basttheil (Rhizome von Asparagus, Iris etc., Zwiebeln von Lilium, Fritillaria u. s. w.), wobei jedoch Uebergänge zur ersteren Lagerung vorkommen (Fig. 23). In den Fibrovasalsträngen der Gefässkryptogamen liegt der Xylemtheil allseitig vom Phloëm umschlossen in der Mitte des Stranges (Fig. 24). Gefässbündel mit neben einander gelegenem Bast- und Holztheile werden als collaterale, solche mit centralem Xylem oder Phloëm als concentrische Stränge bezeichnet.

Fig. 24.



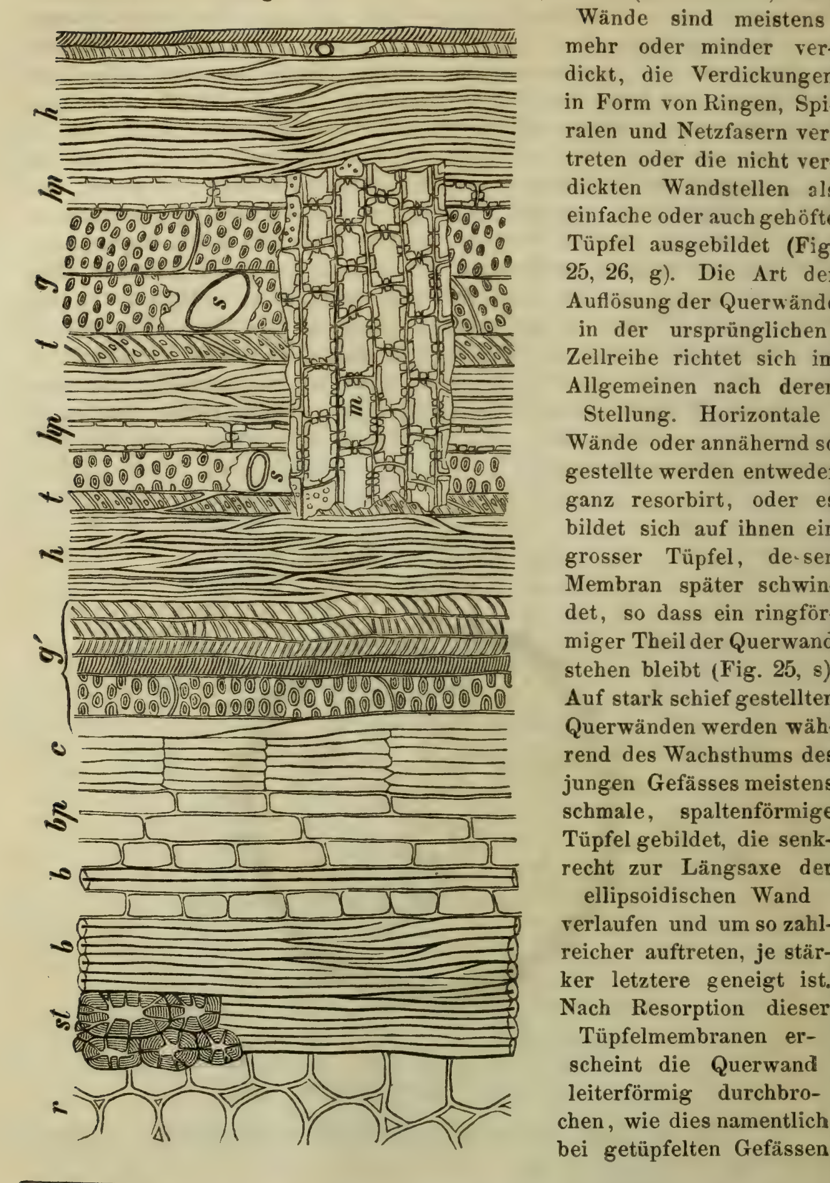
86. Holz wie Bast lassen im typischen Fibrovasalstrange bestimmte Zellformen unterscheiden.

Im Xylem treffen wir:

a. Gefässe (Holzgefässe), lange Röhren, die aus je einer Reihe über einander stehender Zellen in Folge der Auflösung ihrer Querwände ent-

Fig. 24. Querschnitt eines Fibrovasalstranges von Polypodium leiorrhizum Wall. (Vergr. ca. 200). p Parenchym des Grundgewebes. s Strangscheide desselben. b Bast- und h Holzkörper des Stranges.

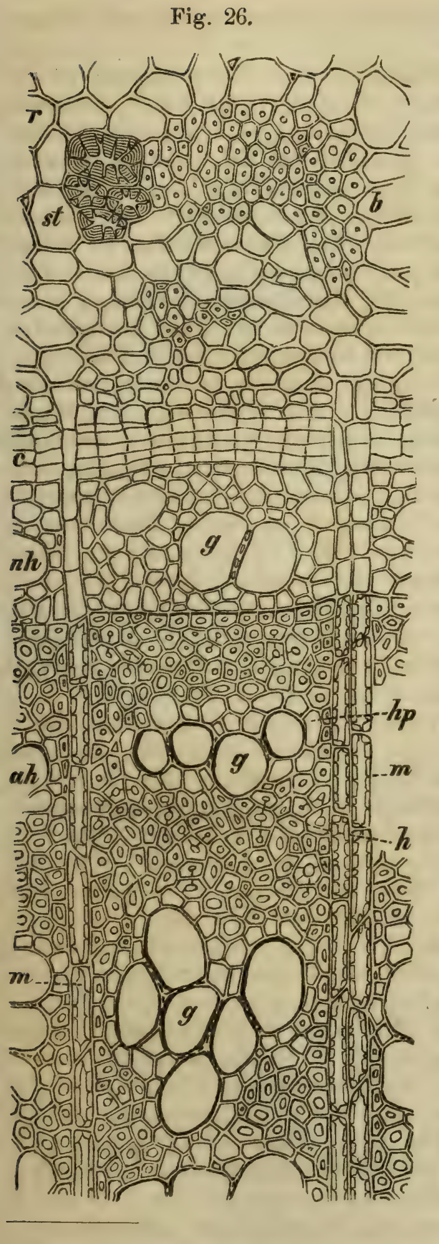
Fig. 25.



stehen (Zellfusionen). Ihre Wände sind meistens mehr oder minder verdickt, die Verdickungen in Form von Ringen, Spiralen und Netzfasern vertreten oder die nicht verdickten Wandstellen als einfache oder auch gehöfte Tüpfel ausgebildet (Fig. 25, 26, g). Die Art der Auflösung der Querwände in der ursprünglichen Zellreihe richtet sich im Allgemeinen nach deren Stellung. Horizontale Wände oder annähernd so gestellte werden entweder ganz resorbirt, oder es bildet sich auf ihnen ein grosser Tüpfel, dessen Membran später schwindet, so dass ein ringförmiger Theil der Querwand stehen bleibt (Fig. 25, s). Auf stark schief gestellten Querwänden werden während des Wachsthums des jungen Gefässes meistens schmale, spaltenförmige Tüpfel gebildet, die senkrecht zur Längsaxe der ellipsoidischen Wand verlaufen und um so zahlreicher auftreten, je stärker letztere geneigt ist. Nach Resorption dieser Tüpfelmembranen erscheint die Querwand leiterförmig durchbrochen, wie dies namentlich bei getüpfelten Gefässen

Fig. 25. Längsschnitt durch Holz und Bast eines einjährigen Zweiges von Cytisus Laburnum, Ende Mai des nächsten Jahres. r Rindenparenchym. b Bastzellen. st Steinzellen. bp Bastparenchym. c Cambium. g' Gefässe und Holzzelle des jungen Holzes. h Holzzellen (Libriform). t Tracheïden. hp Holzparenchym. g Gefässe. m Markstrahl. s die durchbrochenen Querwände der Gefässe. Von h—h Holzring des ersten Jahres. Vergr. ca. 200, etwas schematisirt.

Fig. 26.



häufig der Fall ist, aber auch in Spiralgefässen vorkommt, wo dann Windungen der Spiralfaser unmittelbar in einzelne Leitersprossen übergehen.

Nicht selten wächst die den durchbrochenen Tüpfeln der Gefässe angrenzende Membranpartie der benachbarten Markstrahl- oder Holzparenchymzellen blasenförmig durch den Porenkanal in das Innere des Gefässes hinein, so dass dieses oft zahlreiche, später durch Querwand von der Mutterzelle abgegrenzte, blasenförmige oder auch durch gegenseitigen Druck polyëdrisch abgeflachte Zellen enthält, die als Thyllen bezeichnet werden (Vitis, Platanus, Quercus, Robinia, Rhus etc.) und die im Herbste oft Stärke als Inhalt besitzen.

Das vollständig ausgebildete Gefäss führt keinen Plasmainhalt mehr, sondern hauptsächlich Gase (atmosphärische Luft, gemischt mit von der Pflanze im Innern ausgeschiedenen Gasen). Da die Gefässwandungen zum Theil wirkliche Durchbohrungen besitzen (viele getüpfelte Gefässe), so ist in diesen Fällen ein Gasaustausch mit den benachbarten Intercellularräumen und somit der äusseren Luft noch mehr erleichtert, als bei blosser Membrandiffusion. Vorübergehend kann auch Wasser in die Gefässe eintreten, wenn die Zufuhr desselben bedeutend ist und der Wurzeldruck dasselbe kräftig in die Höhe treibt.

b. Holzzellen (Holzprosenchym), prosenchymatische, meist

Fig. 26. Querschnitt durch Holz und Bast eines einjährigen Zweiges von Cytisus Laburnum, Ende Mai des nächsten Jahres. r Rindenparenchym. b Bastzellen und st Steinzellen des Bastes. c Cambium. nh diesjähriges Holz. ah vorjähriges Holz. g Gefässe, h Holzzellen (Libriform) und Tracheïden, hp Holzparenchym, m Markstrahlen. Vergr. ca. 200, etwas schematisirt.

stark verdickte Zellen von oft bedeutender Länge, die folgende Formen unterscheiden lassen:

aa. Tracheïden oder gefässartige Holzzellen. Diese sind meist dünnwandiger und kürzer, als die folgende Form, aber stets behöft getüpfelt, zwischen den Tüpfeln oft noch spiralförmig verdickt und die Tüpfelmembran später gelöst (Fig. 25, t). Ihr Inhalt ist im ausgebildeten Zustande meist Luft. Sie stimmen somit in diesen letzten Beziehungen mit den Gefässen überein, von denen sie sich nur durch die Form und dadurch unterscheiden, dass nicht einzelne Reihen über einander stehender Zellen, sondern ganze Zellenstränge in offener Communication stehen, wie dies am ausgeprägtesten bei den Tracheïden (mit Doppeltüpfeln versehenen Holzzellen — § 24, Fig. 7 h—l) der Coniferen der Fall ist, die in den späteren gefässlosen Holzlagen dieser Pflanzen die Gefässe funktionell vertreten.

bb. Libriformfasern oder bastartige Holzellen von meist bedeutender Länge und mit dickeren Wänden, wie die Tracheïden. Ihre Wände sind stets ohne Schraubenband, meist einfach und geschlossen, manchmal auch behöft getüpfelt, die Tüpfel klein (Fig. 25 und 26, h). Von den einfachen Libriformfasern lassen sich die gefächerten dadurch unterscheiden, dass ihre Höhlung durch zarte Querwände in übereinander stehende Fächer getheilt ist. Im Holze der dicotylen Bäume und Sträucher bilden die Libriformfasern meistens die Hauptmasse des Gewebes, und die Mittellamelle der benachbarten Zellen ist zur mehr oder weniger scharf ausgeprägten Intercellularsubstanz umgewandelt (Fig. 15 auf S. 35 und Fig. 26).

c. Holzparenchym, von den Holzzellen durch dünnere Wände (mit einfachen Tüpfeln) und die nicht prosenchymatische Form unterschieden (Fig. 25 und 26, hp). Sein Winterinhalt ist Stärke, für die es neben den Markstrahl- und Markzellen Reservebehälter bildet; oft führen seine Zellen, die stets aus dem Cambium vor der Verdickung der Wände des letzteren hervorgehen, auch Gerbstoff, oxalsauren Kalk oder Chlorophyll.

Sämmtliche Zellformen des Xylems zeigen Neigung zur Verholzung ihrer Wände, die dadurch hart und in gewissem Grade auch brüchig werden.

87. Der Bast- oder Phloëmtheil des Fibrovasalstranges besteht im vollkommensten Falle aus folgenden Elementen:

a Siebröhren (Bastgefässe). Diese sind Zellfusionen, wie die Gefässe des Holzes, von denen sie sich jedoch scharf durch ihren Inhalt an Protoplasma mit ausserordentlich kleinen Stärkekörnern, sowie durch die Beschaffenheit ihrer Wände unterscheiden. Während nämlich die Seitenwände oft ziemlich zart sind, erscheinen die horizontalen oder häufig schief gestellten Querwände

Fig. 27.

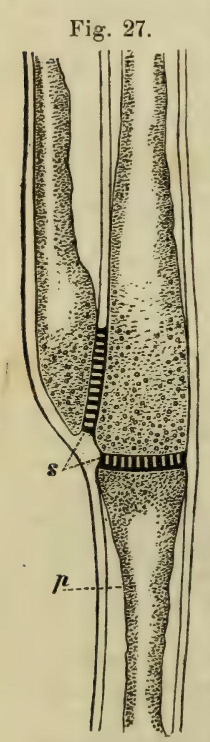


Fig. 27. Drei Siebröhren von Bignonia radicans an der Stelle, wo dieselben mit ihren Siebplatten (s) aneinander grenzen. Die kleinen Kreise bedeuten die im zusammengefallenen Protoplasmakörper (p) enthaltenen Stärkekörnchen. Vergr. 600. Optischer Längsschnitt. Nach Briosi.

in der Weise verdickt, dass enge Tüpfel, deren Membran später aufgelöst wird, ihnen das Aussehen einer Siebplatte (Fig. 27, s) geben, durch deren mehr oder minder zahlreiche Durchbohrungen die Inhalte zweier über einander stehender Zellen mit einander in Verbindung treten. Da die Querwand häufig breiter als der Querdurchmesser der Siebröhre ist, so erscheint diese dann an ihren Enden fussförmig aufgetrieben.

Auch auf den Seitenwänden zeigen die Siebröhren oft Siebplatten (Fig. 27) oder den Siebplatten ähnliche Tüpfelbildungen.

b. Bastzellen (Bastfasern), prosenchymatische, lang gestreckte, meist sehr dickwandige, oft sogar bis zu spaltenförmig verengerter Höhlung verdickte, häufig mit einfachen und meist engen Tüpfeln versehene Zellen (Fig 25, 26, b), die zähe und geschmeidig bleiben und sich dadurch vorzüglich von den Holzzellen unterscheiden, denen sie sonst in jeder Beziehung entsprechen, mit denen sie sogar oft Verzweigung ihrer Enden, sowie Fächerung der Höhlung durch zarte Querwände theilen. Sie sind meist bündelweise gelagert und dann ist die Mittellamelle benachbarter Bastzellen in der Regel cuticularisirt, in anderen Fällen (Coniferen, Cytisus Laburnum etc.) aber auch verschleimt.

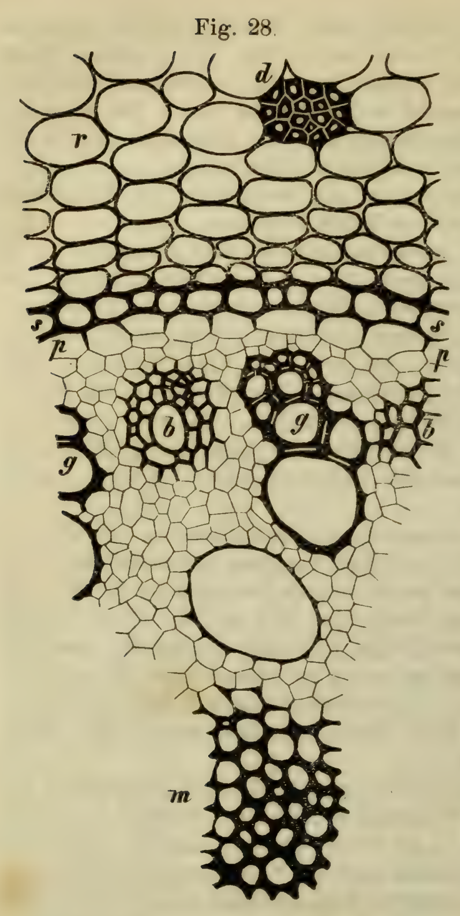
c. Bastparenchym, dem Holzparenchym entsprechend, aus dünnerwandigen Zellen gebildet (Fig. 25, bp). Sind dieselben besonders eng, lang und sehr dünnwandig, wie dies bei geschlossenen Leitbündeln der Monocotyledonen und Gefässkryptogamen häufig der Fall ist, so führen sie die Bezeichnung Cambiform. Dieses gleicht in Gestalt, Grösse etc. dem Procambium (§ 106) am meisten und ist streng genommen auch Procambium, das in den Dauerzustand überging, d. h. nicht weiter zur Bast- und Holzbildung verwendet wurde. Es kann daher eigentlich weder dem Baste noch dem Holze zugezählt werden.

Siebröhren und Bastparenchym (oder Cambiform) werden gegenüber den echten Bastzellen auch wohl als Weichbast bezeichnet. Während das Xylem vorzüglich dem Wassertransporte in der Pflanze dient, werden im Weichbaste namentlich die eiweissartigen Nährstoffe nach den Verbrauchsorten derselben geleitet und in den Siebröhren ausserdem auch Stärkekörnchen transportirt.

88. Die in den beiden voraufgehenden Paragraphen aufgeführten Gewebeelemente der Fibrovasalbündel sind nicht immer sämmtlich in jedem Strange vorhanden. Vielmehr fehlen einzelne derselben gar häufig. So besitzt manchmal das Phloëm keine echten Bastzellen (Cucurbita), während der Weichbast wohl nie fehlt. Bei den Nadelhölzern werden nach dem zweiten Jahre der Entwickelung eines Triebes aus dem Cambium nur Tracheïden, keine Gefässe entwickelt. In den äussersten Endigungen der Fibrovasalstränge in den Blättern verschwinden allmälig alle Zellformen derselben bis auf ein oder zwei Spiralgefässe oder einige Cambiformzellen.

In anderen Fällen entwickelt sich das Holzparenchym sehr stark und es werden nur wenige Gefässe und Holzzellen gebildet. Sind dann gleichzeitig diese Fibrovasalbündel wenig oder gar nicht verholzt, so bleibt das ganze Gewebe eines solchen Organes weich und saftig und der Holzkörper stellt scheinbar das Mark desselben dar (Kartoffelknolle, Rübe, Möhre, Rettig etc. — von denen wir bei abnormer Verholzung der Fibrovasalbündel sagen, dass sie holzig oder stockig und damit für unseren Küchenverbrauch nicht verwendbar sind).

Fig. 28.



89. Die Fibrovasalstränge der Wurzeln zeigen eine von denen des Stammes abweichende Lagerung ihrer Theile. Im Centrum des Querschnittes liegen in einen Kreis geordnet mehr oder minder zahlreiche, radial verlaufende Gefässgruppen, deren äusserste dickwandige Gefässe die ältesten, deren innere dünnerwandige die jüngsten Gefässe jeder Gruppe sind (Fig. 28 und deren Erklärung). Bei wenigen (2—3) solcher Gruppen in dünnen Wurzeln treffen diese im Centrum meistens zu einem den Strang halbirenden Bande oder einem dreistrahligen Stern zusammen; sind dagegen mehr Gefässgruppen vorhanden, so lassen diese (namentlich bei dickeren Wurzeln) im Centrum ein parenchymatisches Mark zwischen sich (Fig. 28, m). Zwischen den äusseren Gefässen je zweier benachbarter Gefässgruppen, die also den Holztheil repräsentiren, liegt je ein Bastbündel (Fig. 28, b). Die ganze axile Fibrovasalmasse, von der man nicht weiss, ob sie einen einzigen Strang repräsentirt oder aus mehreren Strängen zusammengesetzt ist, wird von einer einfachen Gewebeschicht zartwandiger Zellen, dem Pericambium (Fig. 28, p), umgeben und ausserdem noch von einer gewöhnlich sehr charakteristischen Strangscheide (§ 91 — Fig. 28, s), sowie im weiteren Umfange von der meist mächtig entwickelten Wurzelrinde (Fig. 28, r) umhüllt, welch' letztere häufig weite Luftgänge und manchmal Bündel dickwandiger, bastfaserartiger Zellen enthält (Fig. 28, d).

3. Das Grundgewebe.

90. Alle nicht zum Hautgewebe oder Fibrovasalsystem gehörenden Gewebemassen bilden das Grundgewebe des Pflanzenkörpers. Bei manchen Pflanzen mit nicht umfangreich entwickelten, namentlich geschlossenen Fi-

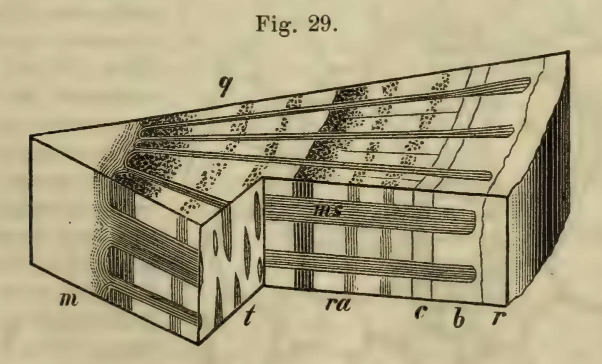
---

Fig. 28. Stück eines Querschnittes durch einen Wurzelast der Keimwurzel von Phoenix dactylifera (Vergr. 240). r Innere Schichten der Rinde. d Bündel dickwandiger Zellen in derselben. s Strangscheide. p Pericambium. g Gefässe der bandartigen, strahlig geordneten Fibrovasalstränge, die äussersten ältesten sehr eng und dickwandig, die inneren jüngsten weit und dünnerwandig. b Phloëmbündel. m dickwandige Markzellen.

brovasalsträngen ist es oft der Hauptbestandtheil des betreffenden Organes (Stämme vieler Farne), während es bei Stämmen mit lange anhaltendem Dickenwachsthum (Dicotyledonen, Coniferen) durch Bildung mächtiger Fibrovasal-, namentlich Holzmassen, mehr und mehr verdrängt wird. Hier nimmt es dann gewöhnlich einen centralen, als **Mark** bezeichneten, und einen peripherischen Theil, die **Rinde**, ein, welche in Axen mit centralem Fibrovasalstrange (Wasserpflanzen, manchen Wurzeln) allein vorhanden ist. Zwischen beiden durchsetzen radial verlaufende Züge parenchymatischer in der Richtung des Radius gestreckter Zellen die senkrecht zur Längsaxe gestreckten Elemente des Holzes und Bastes.

Diese Zellenzüge sind die **Markstrahlen**, welche im Holzkörper auch als Holz- oder Xylemstrahlen, im Baste als Bast- oder Phloëmstrahlen bezeichnet werden (Fig. 25 und 26, m). Je nach der Richtung, in der man sie betrachtet, erscheinen sie entweder als radial auf grössere oder geringere Strecke durch den Stamm verlaufende einfache oder mehrschichtige Zellreihen (Querschnitt — Fig. 26, m), oder als schmälere oder breitere aus über einander stehenden Zellreihen gebildete Bänder, die sich am besten mit einer aus Ziegeln aufgeführten Mauer vergleichen lassen (radialer Längsschnitt — Fig. 25, m), oder als linsenförmige, senkrecht zwischen den Fibrovasalmassen stehende Zellgruppen oder Zellenplatten (tangentialer Längsschnitt). Die schematische Figur 29 giebt über diese Verhältnisse den besten Aufschluss und als Demonstrationsobjekt ist namentlich das Eichenholz wegen seiner ausgezeichnet breiten Strahlen (die „Spiegel“ der Technik) geeignet. — In dünnen Zweigen und im inneren Theile des Stammes langlebiger Bäume stehen die Markstrahlen mit dem Marke selbst in Verbindung. Bei lange andauerndem Wachsthum werden jedoch in den äusseren Holz- (und Bast-) Lagen neue Strahlen erzeugt, die in grösserer oder geringerer Tiefe endigen, ohne sich mit dem Marke zu verbinden.

Fig. 29.

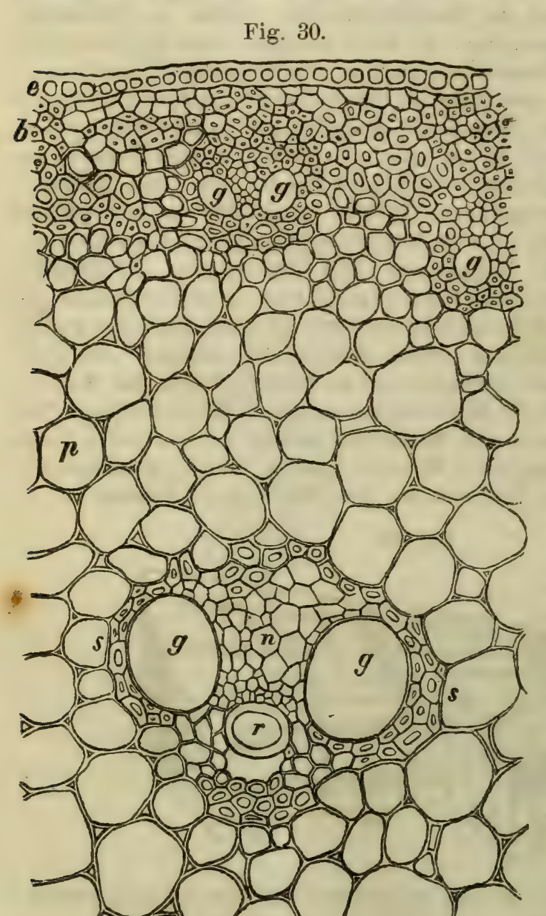


91. Das Grundgewebe ist bald parenchymatisch, bald prosenchymatisch entwickelt. Im letzteren Falle sind die Zellen desselben häufig den echten

Fig 29. Schematische Darstellung des Stammbaues. m Mark; die von diesem auslaufenden Markstrahlen ms sind im Querschnitt (q), Radialschnitt (ra) und Tangentialschnitt (t) sichtbar. c Cambium. b Bast. r Rinde, resp. Kork. In dem zwischen Mark und Cambium liegenden Holze sind zwei Jahresringe sichtbar, deren Gefässe auf dem Querschnitt durch Punkte, auf dem Radialschnitt durch senkrechte Striche angedeutet wurden.

Bastfasern gleich gebildet: stark, oft bis fast zum Verschwinden der Höhlung verdickt, bald geschmeidig, bald stärker verholzt, bald mit hornartig erhärteten, oft gefärbten Wänden als Sclerenchym ausgebildet. Sie tragen dann nicht unwesentlich zur Festigkeit der Axe bei, sind daher auch gewöhnlich in solchen Fällen zu starken Bündeln, ähnlich den Bastzellenbündeln (Blätter der Nadelhölzer), oder zu ringförmigen, unter der Epidermis liegenden oder die Gefässbündel ganz oder theilweise umhüllenden Massen vereinigt (Fig. 30, b, s). In vielen Pflanzen bilden sie als solche das bereits in § 80 erwähnte Hypoderm, das bei anderen aus dem ebenfalls zum Grundgewebe gehörenden, a. a. O. genannten Collenchym besteht.

Fig. 30.



Nach neuerer Auffassung wird häufig das prosenchymatische Grundgewebe auch direct als Bast bezeichnet und sammt den echten Bastzellen und dem Libriform der Gefässbündel wegen seiner mechanischen Leistungen für die Festigkeit der Axe als mechanisches System den übrigen, meist keine beträchtliche Widerstandsfähigkeit entwickelnden Gewebeelementen entgegen gestellt. Die Gruppirung der mechanisch wirksamen Elemente des Gewebes in Axe und Blatt würde auch den Gesetzen der Mechanik entsprechen, nach welchen die Anordnung der widerstandsfähigen Elemente bei cylindrischen Organen, bei denen die biegende Kraft in allen zur Längsaxe rechtwinkeligen Richtungen wirksam sein kann, im Allgemeinen eine peripherisch-kreisförmige, bei Flä-

Fig. 30. Querschnitt eines dünnen Seitentriebes von Bambusa arundinacea (Vergr. 240). e Epidermis. p Grundgewebe. b zwischen beiden gelegene bastfaserähnliche Zellen, welche einige Gefässbündel (g) einschliessen und nach aussen mit dünnerwandigem Gewebe wechseln. In dem inneren grossen Fibrovasalstrange sind g getüpfelte Gefässe, r ein Ringgefäss, n Bast und s Strangscheide.

chenorganen, deren Festigkeit vorzugsweise in der Richtung senkrecht zur Flächenausdehnung einer Steigerung bedarf, einer oberflächlich-zweireihige sein muss. Nach diesen Anschauungen würden dann die Gewebesysteme der Pflanze nicht als von morphologischen, sondern in erster Linie als von physiologischen Gesetzen abhängig betrachtet. Einer Vereinigung beider Ansichten steht jedoch nichts entgegen: es zeigt sich hier, wie auch in manchen anderen Fälleu (z. B. den blattähnlichen Zweigen etc.), dass die verschiedenartigsten, morphologisch ungleichwerthigen Glieder einer Pflanze, wenn sie dieselben Funktionen übernehmen, sich auch diesen in gleichem Sinne zweckmässig anpassen.

92. Liegen sclerenchymatische oder bastfaserähnliche Prosenchymzellen des Grundgewebes als Stütze den Gefässbündeln an, so bezeichnet man sie in ihrer Gesammtheit als Strangscheiden. Bei vielen Gefässkryptogamen, namentlich Farnen, ist die Strangscheide oft nur aus einer Lage von Zellen gebildet, deren Wände entweder gleichmässig verdickt sind, oder bei denen die dem Fibrovasalstrange zugekehrten Wände allein sehr stark, die Seitenwände (auf dem Querschnitt gesehen) keilförmig, die Aussenwände gar nicht oder nur schwach verdickt, oft auch nicht gefärbt sind, während die übrigen Wandpartieen meist braune Färbungen zeigen (Fig. 24, s). Bei anderen Gefässkryptogamen wird die Strangscheide oft aus mächtigen Lagen von Sclerenchym aufgebaut und ebenso besteht sie in den Axen vieler Monocotyledonen häufig aus mehreren Zellenlagen (Fig. 30, s), die entweder als geschlossener Hohlcylinder den Strang umgeben, oder demselben als Bündel auf zwei Seiten oder nur auf einer Seite angelagert sind. In den Wurzeln werden die Gefässbündel (§ 89) ebenfalls von einer aus einer Zellenlage gebildeten Strangscheide umhüllt, deren Zellen bald dickwandig (sehr schön bei Sarsaparille- oder Smilax-Wurzeln), bald dünnerwandig sind, aber auch im letzteren Falle gegen das übrige Grundgewebe mehr oder minder scharf abgeschieden erscheinen (Fig. 28, s). In Phanerogamenstengeln mit getrennt verlaufenden, zum Kreise geordneten Gefässbündeln werden diese gegen die Rinde gewöhnlich auch von einer hohlcylindrischen Strangscheide abgegrenzt (Ricinus). Uebrigens sind die Zellen der Strangscheide nicht immer prosenchymatisch; oft besteht dieselbe auch aus verholzten Parenchymzellen.

Das parenchymatische Grundgewebe besteht gewöhnlich aus saftreichen, dünnwandigen Zellen, die zwischen sich kleinere oder grössere Intercellularräume lassen. Wo es sich in grossen Massen entwickelt, wird es oft als Füllgewebe bezeichnet, das bald chlorophyllreich, bald chlorophyllarm oder chlorophylllos ist (so namentlich im Innern knolliger Stämme, dickfleischiger Blätter und saftiger Früchte). In den meisten Blättern bildet chlorophyllhaltiges Füllgewebe (hier Mesophyll genannt) gewöhnlich die Hauptmasse des ganzen Blattes.

4. Zellenformen und Gewebebildungen, welche in verschiedenen Geweben auftreten können.

93. Im Grundgewebe, oft aber auch in anderen Gewebesystemen vorkommend, findet man noch verschiedene im Vorhergehenden nicht erwähnte oder nur flüchtig berührte Bildungen.

Häufig treten in ihm Schichten oder Nester von Steinzellen auf:

parenchymatische Zellen mit sehr stark verdickten, gewöhnlich geschichteten und von einfachen oder verzweigten Tüpfelkanälen durchsetzten Wänden (Fig. 25, 26, in § 86, st). Sie sind namentlich häufige Begleiter des Bastes unserer Bäume und Sträucher, finden sich aber auch im Marke und im Fleische vieler sonst saftiger Früchte (Olea — Fig. 5 — steinige Birnen etc.). Beim sogenannten Steinobst (Amygdaleen), sowie bei vielen anderen Früchten (Juglans etc.), besteht die Innenschicht der Fruchtschale allein aus Steinzellen, die zum Sclerenchym mannigfache Uebergänge zeigen.

Im Blattstiele der Nymphaeaceen finden sich in den Scheidewänden zwischen den Luftcanälen verzweigte, dickwandige, mit Cuticularknoten besetzte, gewissen Sternhaaren nicht unähnliche Zellen, deren Aeste in die Luftgänge hineinragen. Aehnliche, noch dickerwandige, H-förmige Zellen sind auch im Gewebe der Monsterineen (Unterfamilie der Aroideen) vorhanden. Unregelmässig verzweigte, oft sehr dickwandige Zellen mit geschichteter Wand treten häufig im Marke und im Füllgewebe vieler Blätter (Camellia etc.) auf. Alle diese Formen werden wegen ihrer Aehnlichkeit mit Haarbildungen (Trichomen) auch als Trichoblasten bezeichnet. Ihnen verwandt sind die spindelförmigen einfachen oder verzweigten, sehr dickwandigen sogenannten Spicularzellen von Welwitschia, welche sich (§ 33) durch die Einlagerung grosser Krystalle oxalsauren Kalkes in die Zellwand auszeichnen.

94. Mit den Trichoblasten, namentlich denen der Monsterineen, sind ferner die Milchzellen der Euphorbiaceen, Asclepiadeen, Apocyneen und Moreen verwandt. Es sind dies langgestreckte, verzweigte, bald ziemlich dickwandige (Euphorbia), bald dünnwandige (Nerium, Ficus) und schwieriger zu verfolgende Zellen, welche einen Milchsaft enthalten, der bei Euphorbia splendens und anderen tropischen Arten der Gattung knochenförmige, bei unseren einheimischen Arten stäbchenförmige Stärkekörner führt. Sie entstehen nahe dem Vegetationspunkte sowohl im Marke, als auch in der Rinde und senden von letzterer aus oft Zweige durch den Holzkörper in das Mark (Euphorbia splendens) Ebenso sind bei den Euphorbien die Milchzellen der Blätter nur Verlängerungen solcher der Internodien des Stengels.

Dagegen dürfen die Milchgefässe der Papaveraceen, Papayaceen, Cichoraceen, Campanulaceen, Lobeliaceen, Convolvulaceen, Aroideen etc. nicht mit den Milchzellen verwechselt werden. Diese sind wahre Zellfusionen, durch Auflösung der betreffenden Scheidewände, wie die Gefässe des Holzes, aus ganzen Zellenreihen hervorgegangen. Da auch Querreihen von Zellen

Fig. 31.

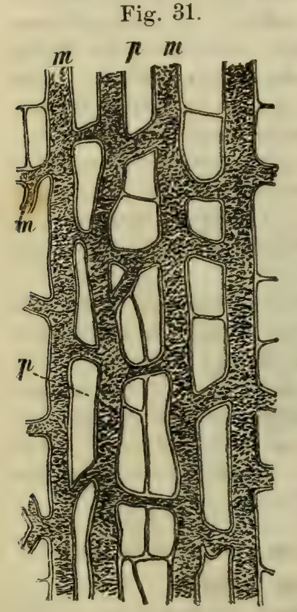


Fig. 31. Milchgefässe aus dem Stengel von Lactuca sativa (Tangentialschnitt). m das Netz der Milchgefässe, p die in den Maschen desselben liegenden Parenchymzellen. (Vergr. 240.)

neben Verticalreihen zu Milchgefässen zusammentreten und die beiderlei Reihen vielfach mit einander verschmelzen, so stellen die Milchsaftgefässe ein meistens reichmaschiges Netz (Fig. 31, m) dar, das sowohl im Grundgewebe als auch namentlich im Basttheile der Fibrovasalstränge (Campanulaceen, Cichoraceen, Lobeliaceen) oder im Xylem (Papayaceen) derselben verläuft. Bei Acer verwandeln sich sogar die Siebröhren direct in Milchsaftgefässe und bei den Aroideen scheinen metamorphosirte Spiralgefässe als solche vorzukommen; ähnliches ist bei Convolvulaceen der Fall, während andere Pflanzen (Rhus, Alisma etc.) Milchsaft auch in Intercellulargängen enthalten.

Der bald farblose, bald (meist weiss, seltener gelb — Chelidonium — oder röthlich oder bläulich) gefärbte Milchsaft ist eine Lösung und auch Emulsion verschiedener Pflanzenstoffe (Fette, Gummi, Harz, Kautschukkörper — Siphonia elastica —, Alkaloiden — Morphium im Opium, dem eingetrockneten Milchsafte des Mohn—, etc.) in wässerigem Zellsaft.

Bei den Amaryllideen finden sich Schlauchgefässe aus Reihen über einander stehender Zellen, mit theilweise oder ganz aufgelösten Querwänden. Ihr zahlreiche Raphiden enthaltender Inhalt ist aber nicht milchig. Aehnliche Zellfusionen, den echten Milchgefässen gleich, treten im Stengel und in den Blättern der Commelinaceen auf, während die in den Zwiebelschalen, Blättern und Stengeln von Allium Cepa vorkommenden, nach Art der Siebröhren getüpfelten Schlauchgefässe wohl Milchsaft führen, aber nicht unter einander in offene Verbindung treten.

95. Viele Pflanzen enthalten im Gewebe der Blätter und Früchte, an Stengeln, Blüthenstielen etc. Drüsen, d. h. mit Secreten, vorzugsweise ätherischem Oel, erfüllte Hohlräume, die durch Auflösung von meist rundlichen Zellengruppen entstanden sind und in der Regel von besonderen Gewebeschichten mit tangential gestreckten Zellen umgeben werden. Derartige Drüsen finden sich ausgezeichnet in den Fruchtschalen der Orangen und Citronen, wo sie die Behälter des in grossen Tropfen in ihnen liegenden Citronenöles sind. Aehnliche Drüsen besitzen die Blätter von Hypericum, Citrus, Dictamnus, manchen Labiaten u. s. w. Bei Dictamnus entstehen die dem Blattgewebe eingesenkten Drüsen aus einer Epidermiszelle und einer unter dieser liegenden Parenchymzelle, während die gestielten, in ein Haar endigenden Drüsen an Blüthenstiel, Bracteen und Kelch derselben Pflanze nur aus den Theilungen einer Oberhautzelle hervorgehen.

Von derartigen Drüsen müssen die ätherisches Oel, Harz oder Gummi enthaltenden Einzelzellen, oder Gruppen solcher (drüsenartige Harzzellengruppen im Holze der Coniferen), die oft auch als Drüsen bezeichnet worden sind, unterschieden werden; dagegen kann man die bei der Phanerogamenblüthe zu erwähnenden, zuckerhaltige Säfte ausscheidenden Nectarien wenigstens zum Theil hierher rechnen.

96. Gummi-, Harz- und Oelgänge gehören ihrer Entstehung nach zu den Intercellularräumen (§ 68). Gewöhnlich sind es drei oder vier Zellenreihen, die in der Mitte auseinander weichend einen engen Intercellulargang zwischen sich bilden, der bei starkem Wachsthum des umgebenden Gewebes sich in der Regel noch erweitert und oft sogar so bedeutenden Durchmesser erreicht, dass er dem unbewaffneten Auge sichtbar wird (Gummigänge von Astrapaea). Durch Tangentialtheilungen und weitere radiale Theilungen in den angrenzenden, secernirenden Zellen wird der

Secretionscanal später von einem meist zartwandig bleibenden Mantel tangential gestreckter Zellen umgeben. Je nach der Natur des von dem Nachbargewebe ausgeschiedenen Secretes bezeichnet man die Secretionscanäle als Gummigänge, (Cycadeen, Astrapaea etc.), Harz- resp. Terpenthingänge (Coniferen, Terebinthaceen), oder Oelgänge (Compositen). Manchmal enthalten sie auch Gemische, z. B. von Gummi- und Harz (Araliaceen, Umbelliferen). Ihre Vertheilung in der Pflanze erstreckt sich sowohl auf das Grundgewebe (Astrapaea), als auf die Fibrovasalstränge (Pittosporum Tabira) oder auch auf beide zugleich (Coniferen, Umbelliferen). Sammelt sich in ihnen das Secret in grosser Menge an, so dass das umgebende Gewebe zersprengt wird, oder werden sie durch Verwundung des umgebenden Gewebes bloss gelegt, oder gar verletzt, so quillt das Secret gewöhnlich rasch heraus, um zu grösseren oder geringeren Massen auf den Wundflächen einzutrocknen, wie es bei der Gewinnung des Harzes unserer Nadelhölzer der Fall ist.

C. Die Entwickelung der Gewebe aus dem Urmeristem und das Dickenwachsthum des Stammes.

97. Die im vorigen Abschnitte besprochenen Gewebesysteme sind, wie bereits in §§ 62 und 70 angedeutet wurde, nur den höher organisirten Pflanzen eigen. Bei den auf niederer Entwickelungsstufe stehenden Thallophyten sind die den Zellenkörper zusammensetzenden Zellen (häufig mit Ausnahme derjenigen der Fortpflanzung dienenden) meist so wenig von einander verschieden, dass von Haut-, Fibrovasal- und Grundgewebe nicht die Rede sein kann, zumal bei denjenigen Formen, die nur aus Zellenreihen oder wenig entwickelten Zellenscheiben oder Zellkörpern bestehen. Erst mit der massigeren Ausbildung des Gewebes lassen sich bei den höheren Thallophyten (grösseren Pilzen, Tangen etc.) häufig äussere kleinere Zellen unter Umständen als Rinde oder auch als Hautgewebe betrachten (§ 70), während centrale Gewebemassen sich oft durch stärkere Längsstreckung ihrer Zellen von den peripherischen unterscheiden. Bei manchen niederen Moosen (z. B. Marchantia) tritt uns zum ersten Male eine echte Epidermis mit Spaltöffnungen entgegen (§ 70). Ebenso finden sich in Stengel und Blättern namentlich der Laubmoose fast durchgängig Zellenstränge, deren langgestreckte, dünnwandige Zellen mit dem Cambiform (§ 87 c) der Fibrovasalstränge Aehnlichkeit haben, so dass man derartige Stränge vielleicht als erste Andeutung zur Anlage von Gefässbündeln gelten lassen kann, während im Stengel derselben Moose die beiden anderen Gewebesysteme noch nicht oder nur andeutungsweise geschieden sind. Dagegen treten von den Gefässkryptogamen an aufwärts an den völlig entwickelten Organen die Gewebe scharf als eines der drei besprochenen Systeme fast überall hervor.

98. Gehen wir von den vollständig differenzirten Theilen wachsender Stengel und Wurzeln oder deren Verzweigungen aufwärts zu den jüngeren Regionen derselben, so bemerken wir jedoch eine allmälig auftretende weniger scharfe Sonderung der Gewebesysteme, bis wir in den äussersten fortwachsenden Enden derselben von ihnen nichts mehr sehen, sondern hier ein Gewebe antreffen, dessen lebhaft sich theilende Zellen alle gleiche oder nahezu gleiche Grösse, gleiche Form und gleichen Inhalt besitzen.

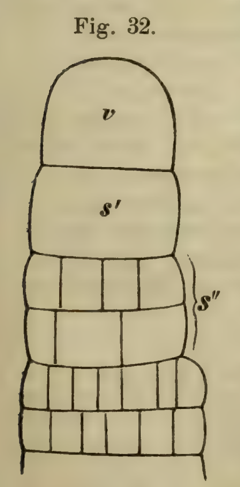
Dieses Gewebe, aus dem weiter abwärts allmälig sämmtliche verschiedenen Gewebe der entwickelten Organe hervorgehen, ist das bereits in § 65 erwähnte Urmeristem. Es bildet den Scheitel des wachsenden Sprosses, der, wenn er als kegelförmige Verlängerung vorragt, Vegetationskegel, sonst aber mit allgemeinerer Bezeichnung Vegetationspunkt genannt wird.

Bei den allermeisten Kryptogamen lässt sich das gesammte Urmeristem seinem Ursprunge nach von einer einzelnen, grösseren, am Scheitel des Vegetationspunktes liegenden Zelle, der Scheitelzelle, ableiten, deren Theilungen nach bestimmten Gesetzen erfolgen. Bei den Phanerogamen ist jedoch eine einzelne Scheitelzelle nicht vorhanden; es wird der Scheitel selbst von einer Gruppe gleichwerthiger, gleichmässig sich theilender Zellen eingenommen.

99. Betrachten wir zunächst das Wachsthum von Vegetationspunkten mit Scheitelzelle, so finden wir einen einfachsten Fall der Art bei vielen Algen, bei denen die das Ende eines Laubzweiges einnehmende Scheitelzelle cylindrische Gestalt und eine kugelförmige Endfläche zeigt (Fig. 32, v). Wie in allen anderen Fällen wird hier durch die in der Scheitelzelle erfolgenden Theilungen dieselbe in zwei ungleiche Tochterzellen zerlegt, von denen die äusserste im Allgemeinen die Form der Scheitelzelle behält und zur neuen Scheitelzelle wird, die nach rückwärts durch die Theilwand (Segmentwand, Hauptwand) abgeschnittene Zelle (Segment, Segmentzelle) dagegen eine abweichende Gestalt zeigt. In unserem ersten Falle ist sie dick scheibenförmig (Fig. 32, s').

Nachdem die Scheitelzelle durch Wachsthum sich wieder annähernd auf ihren ursprünglichen Umfang vergrössert hat, wird durch eine neue Segmentwand, die parallel der ersten fällt, ein zweites Segment von der Form des ersten nach hinten abgegliedert und so fort. Die abgeschnittenen Segmente aber theilen sich in unserem Beispiele zunächst durch Querwände in je zwei über einander stehende scheibenförmige Gliederzellen (Fig. 32, s"), die dann durch je eine Längswand halbirt werden. Eine zweite, rechtwinkelig auf die erste gerichtete Längswand in jeder halbcylindrischen Zelle theilt die ursprüngliche Gliederzelle in vier nach Art von Quadranten gelagerte Zellen und diese werden darauf durch weitere, hier nicht ins Einzelne zu verfolgende radiale und tangentiale Längswände in innere und äussere Zellen zerlegt, wodurch die Entwickelung des Gewebekörpers fortgeführt wird.

Fig. 32.



Bleiben die Segmentzellen ungetheilt, oder theilen sie sich nur durch Querwände, so entsteht aus den Theilzellen der Scheitelzelle eine einfache Zellen-

Fig. 32. Vegetationskegel von Cladostephus verticillatus (Vergr. 180) nach Pringsheim. v Scheitelzelle. s' deren jüngstes, noch ungetheiltes, s" das zweitjüngste, bereits in Quer- und Längstheilung begriffene Segment.

reihe (Fadenalgen, Mycelium und Hyphen der Pilze, Vorkeim der meisten Moose, einfacher gebaute Haare wie Fig. 18 r, s).

100. Bei einzelnen Laubmoosen, z. B. Fissidens, liegt am Scheitel des kurzen Vegetationskegels eine Scheitelzelle, die von oben gesehen linsenförmig (Fig. 34 A; v), in einem Längsschnitt in der Richtung des Pfeiles bei B keilig, etwas schmäler wie v in C derselben Figur erscheint. Sie ist somit eine keilförmige Zelle mit einer gewölbten Aussenwand und zwei nach unten im spitzen Winkel ebenfalls leicht gewölbten Seitenwänden. Die Segmentwände fallen hier bei der Theilung abwechselnd rechts und links, also stets parallel der ältesten Wand der neuen Scheitelzelle, wie dies in dem schematischen Grundrisse B deutlich hervortritt, in welchem die Altersfolge der Segmentwände durch die Reihenfolge der Zahlen bezeichnet wurde, 1 daher die älteste, 6 die jüngste Wand ist. Von den beiden die Scheitelzelle v jetzt begrenzenden Wänden 5 und 6 ist 5 älter als 6; die nächste Wand 7 wird daher parallel der Wand 5 fallen und wie die vorhergehenden Segmentwände eine tafelförmige Segmentzelle von der Scheitelzelle abgliedern, welche von einer oberen und unteren nahezu dreiseitigen Wand, zwei parallelopipedischen Seitenwänden (etwa wie die in den Segmenten 5 und 7 der Figur C) und einer gebogenen Aussenwand begrenzt ist. Die weiteren Theilungen in den Segmentzellen siehe in § 101 und 102.

Fig. 33.

Eine ähnliche dreiflächige Scheitelzelle mit abwechselnd rechts und links fallenden Segmentwänden besitzt auch der Vegetationspunkt gewisser laubiger Lebermoose (z. B. Metzgeria), der Vegetationskegel einiger Farne (z. B. von Pteris aquilina) und in einer gewissen Lebensperiode der Vorkeim mancher Farne.

101. Die Scheitelzelle der beblätterten Lebermoose, der meisten Laubmoose und der Mehrzahl der

Fig. 33. A Scheitelansicht eines jungen Sprosses von Fissidens adiantoides (Vergr. 350) nach Leitgeb. B Schematische Darstellung der Theilungen in der Scheitelzelle v (Grundriss, die Zahlen geben die Altersfolge der Wände von der ältesten sichtbaren bis zur jüngsten — 6 — an). C Vegetationskegel von Equisetum arvense nach Cramer (Vergr. circa 200). D Schematischer Grundriss desselben mit den Theilungen in der Scheitelzelle v und deren Segmenten, die (wie in Fig. C) nach der Altersfolge vom ältesten sichtbaren bis zum jüngsten mit 1—7 bezeichnet, ausserdem auch durch stärkere Wände markirt sind. E Querschnitt des Vegetationskegels von Equisetum arvense bei Segment 1 in C geführt: 1, 2 und 3 sind die Haupt-, s die Sextantenwände.

Gefässkryptogamen ist eine vierflächige, von drei dreiseitigen, nach rückwärts pyramidenförmig zusammenstossenden Seitenwänden (Fig. 33 C) und einer dreiseitigen, gewölbten Aussenwand (Fig. 33 C, D) gebildete. In ihr divergiren die drei aufeinander folgenden Segment- oder Hauptwände, welche auch hier jedesmal parallel der ältesten Wand der jeweiligen Scheitelzelle angelegt werden, um Winkel von circa 120°, eine aufsteigende Spirale um den Vegetationskegel beschreibend. Ganz vorzüglich ist diese Theilung, wie diejenige der Segmente, in der grossen Scheitelzelle der Schachtelhalme zu verfolgen. Die Anordnung der Segmente selbst geht leicht aus den Figuren 33 C und D hervor; ihre Altersfolge ist auch hier durch die Zahlen 1—7 bezeichnet und die zu einem Segmente gehörenden weiteren Gliederzellen sind durch stärkere Linien, die je ein [Segment umfassen, gekennzeichnet. Darnach theilt sich jedes der wie bei Fissidens gestalteten Segmente durch eine der ersten Hauptwand parallele Wand in eine obere und untere Hälfte (Fig. 33 D, Segment 6, 6; Fig. 33 C, Segment 4). Jede derselben wird dann durch eine senkrechte Wand in 2 nicht ganz gleiche, rechts und links gelegene Stücke gegliedert. Diese letzte Wand (Fig. 33 E, s) setzt nämlich zwar an der Mitte der Aussenwand an (Fig. 33 D, Segment 5 und ältere), geht aber nicht geradlinig in den Innenwinkel der Segmenthälfte, sondern im Bogen an eine Seitenwand. Die so erzeugten auf nahezu gleicher Höhe liegenden sechs Zellen (Sextantenzellen — Fig. 33 E) eines Umlaufes (d. h. dreier oberer und unterer Segmenthälften) zerfallen dann durch Tangentialwände in eine innere kleinere und äussere grössere Zelle. Aus ersteren Zellen geht das später zerreissende Mark, aus letzteren Epidermis, Fibrovasalstränge und Rinde hervor.

102. Bei den hierher gehörenden Laubmoosen sind die Theilungen in der Scheitelzelle (v, Fig. 34) analog denen bei Equisetum. Die Segmente liegen auch hier in 3 geraden Reihen am Stämmchen unter einander (Fig. 34, Segment 1—9, die bei Berücksichtigung des ganzen Stengelumfanges ihrer wahren Altersfolge nach als die Segmente 1, 4, 7, 10 etc. bezeichnet werden müssten). Sie sind anfänglich wie bei allen ähnlichen Scheitelzelltheilungen mehr oder weniger schief gestellt (Fig. 34, Segmente 1, 2, 3), werden aber in Folge des weiteren Wachsthumes des Stämmchens allmälig horizontal gelegt (Fig. 34, Segmente 6, 7, 8), was auch bei Equisetum (Fig. 33 C) deutlich hervortritt.

Die erste in jedem Segmente auftretende Wand ist eine der Längsaxe des Stämmchens nahezu parallele Tangentialwand, die das Segment in einen äusseren Blatttheil und einen inneren Stengeltheil zerlegt, und welche als Blattwand bezeichnet wird (Fig. 34, a). Der Stengeltheil des Segmentes zerfällt darauf wie bei Equisetum (§ 101) durch eine gebogene Radialwand in zwei ungleiche Sextantenzellen (sechs Zellen bilden jetzt den Stengelumfang), die sich in weiterer Folge durch Tangential- und Radialwände theilen und damit die Hauptmasse des Stengelgewebes liefern.

Im Blatttheile jedes Segmentes theilt eine auf die Blattwand (a) senkrecht gerichtete Querwand, die Basilarwand (Fig. 34, b), dieses in eine obere scheitelsichtige (akroskope) und untere grundsichtige (basiskope) Zelle. Die grundsichtige Zelle erleidet später abwechselnd eine Anzahl von Radial- und darauf folgenden Tangentialtheilungen; das daraus hervor-

gehende Gewebe nimmt an der Stengelbildung Antheil. Aus der scheitelsichtigen Segmentzelle dagegen entwickelt sich ein Blatt, indem auf dem Längsschnitte des Stämmchens eine zuerst sichtbare Wand c (in Segment 6 der Fig. 34) die Zelle in den Blattgrund und die Blattfläche theilt, die Wände d und e ersteren mehrzellig machen, die Blattfläche selbst durch eine abwechselnd nach rechts und links Segmente abschneidende Scheitelzelle weiter gegliedert wird (vgl. § 139).

Von dem besprochenen Typus der vierflächigen Scheitelzelle weichen manche Laubmoose dadurch ab, dass die Hauptwände nicht parallel der ältesten Wand der Scheitelzelle angelegt werden, sondern jedesmal an ihrer (im Sinne der fortlaufenden Spirale) vorderen Seite etwas weiter vorgreifen, so dass das vierte Segment beispielsweise nicht genau über dem ersten steht, sondern um ein Stück in der Spirale vorgerückt ist, die Blätter also nicht in drei geraden Längsreihen am Stengel stehen.

103. Auch die Wurzeln der meisten Gefässkryptogamen wachsen mit einer Scheitelzelle, die derjenigen des Stammendes von Equisetum der Form nach gleichkommt. In derselben erfolgen zunächst drei Theilungen parallel den Hauptwänden wie in den oben beschriebenen Fällen. Dann aber wird eine vierte Wand parallel der Aussenfläche der Scheitelzelle angelegt und dadurch eine Kugelkappenzelle von derselben abgeschnitten (Fig. 35, kk), die zur Entstehung der die Wurzel (gegenüber dem nackten Stammscheitel) charakterisirenden Wurzelhaube Veranlassung giebt (Vgl. §§ 114, 122). Nach dieser vierten Theilung der Scheitelzelle treten wieder drei den Seitenflächen parallele Wände nacheinander auf, welche das Gewebe der Wurzelspitze vermehrende Segmentzellen liefern, wo-

Fig. 34.

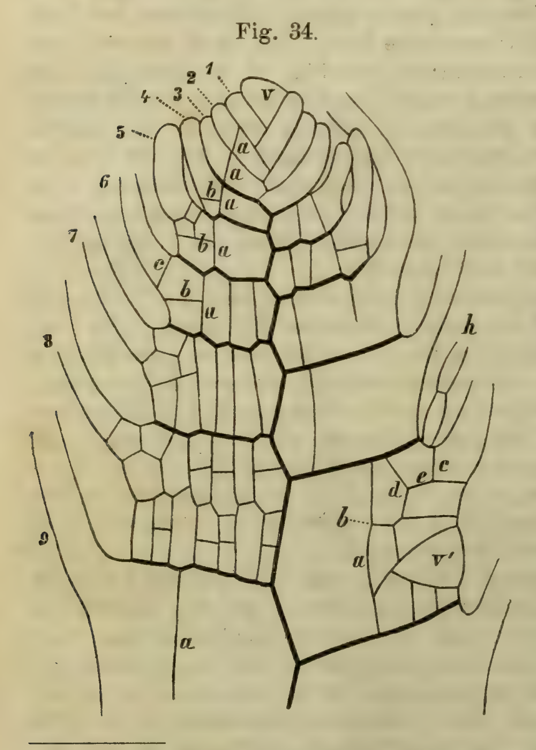
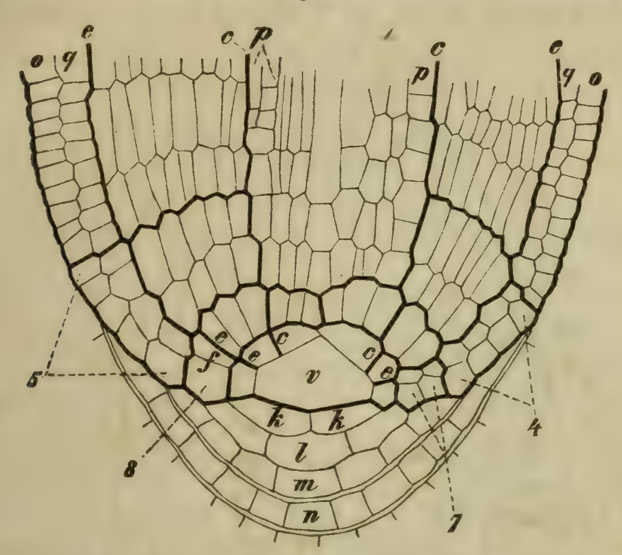


Fig. 34. Längsschnitt durch das Stammende von Fontinalis antipyretica (Vergr. 250) nach Leitgeb. v Scheitelzelle. 1—9 die von derselben abgeschnittenen, in einer Längsreihe am Stamme liegenden Segmente, die auch durch stärkere Linien markirt sind. a Blattwand, b Basilarwand, c, d und e die folgenden Wände des oberen, äusseren Segmenttheiles. h Haar. v' Scheitelzelle eines in einer äusseren Zelle angelegten jungen Seitenzweiges.

rauf eine achte, abermals der Aussenwand parallele Wand eine neue Kappenzelle für die Wurzelhaube entstehen lässt. Jede nach innen abgegliederte Segmentzelle wird nun durch eine Sextantenwand gerade wie in den

Fig. 35.



Segmenthälften des Stammscheitels bei Equisetum (Fig. 33, E) in zwei ungleiche Sextantenzellen zerlegt, von denen drei bis in die Mitte des Querschnittes reichen, drei jedoch nicht. Jede Sextantenzelle wird durch eine Tangentialwand, die Cambiumwand, in eine innere und äussere Zelle getheilt (Fig. 33 E und Fig. 35, c). Die inneren sechs Zellen liefern das Gewebe des axilen Fibrovasalstranges (Fig. 35, cc), die äussern sechs dagegen eine Zellenschicht, die sich durch Auftreten einer neuen Tangentialwand, der Epidermiswand (Fig. 35, e), später in Rinde (Fig. 35, ce) und Epidermis (Fig. 35, oq) differenzirt.

Die Kappenzellen der Wurzelhaube dagegen wachsen bald so in die Breite, dass sie von der Fläche gesehen fast kreisförmig werden. Jede derselben theilt sich (Fig. 35, kk) durch eine auf ihre Grundfläche senkrechte Wand in zwei halbkreisförmige Zellen, von denen jede abermals durch eine auf die vorhergehende Wand rechtwinkelig gestellte Wand in zwei Zellen zerfällt, die sich weiter durch eine Radialwand in Octanten

---

Fig. 35. Längsschnitt durch die Wurzelspitze von Polypodium dimorphum (Vergr. 300) nach Nägeli und Leitgeb. k, l, m und n sind die vier jüngsten Kappen der Wurzelhaube, deren ältere Kappen nicht gezeichnet wurden. v Scheitelzelle. 4, 5, 7 und 8 Segmente derselben, die das Gewebe der Wurzelspitze bilden. In den beiden jüngsten sichtbaren, nicht weiter bezeichneten Segmenten ist c die Cambiumwand, e die Epidermiswand, in Segment 8 ist f die die Epidermis in zwei Schichten theilende Längswand. o—q die zweischichtige Epidermis. c—e Rinde. c—c Cambiumcylinder für die Anlage des Fibrovasalstranges und darin p das Pericambium Die jüngeren Segmente, sowie die drei Gewebeschichten wurden durch stärkere Grenzlinien noch mehr markirt.

theilen. In den über einander liegenden Kappen der Wurzelhaube stehen indessen die Quadrantenwände nicht senkrecht über einander, sondern sie wechseln mit einander unter Winkeln von 45° ab. (Vgl. § 122).

104. Sämmtliche Phanerogamen besitzen sowohl an Stämmen und deren Verzweigungen, als an den Wurzeln Vegetationspunkte ohne

Fig. 36.

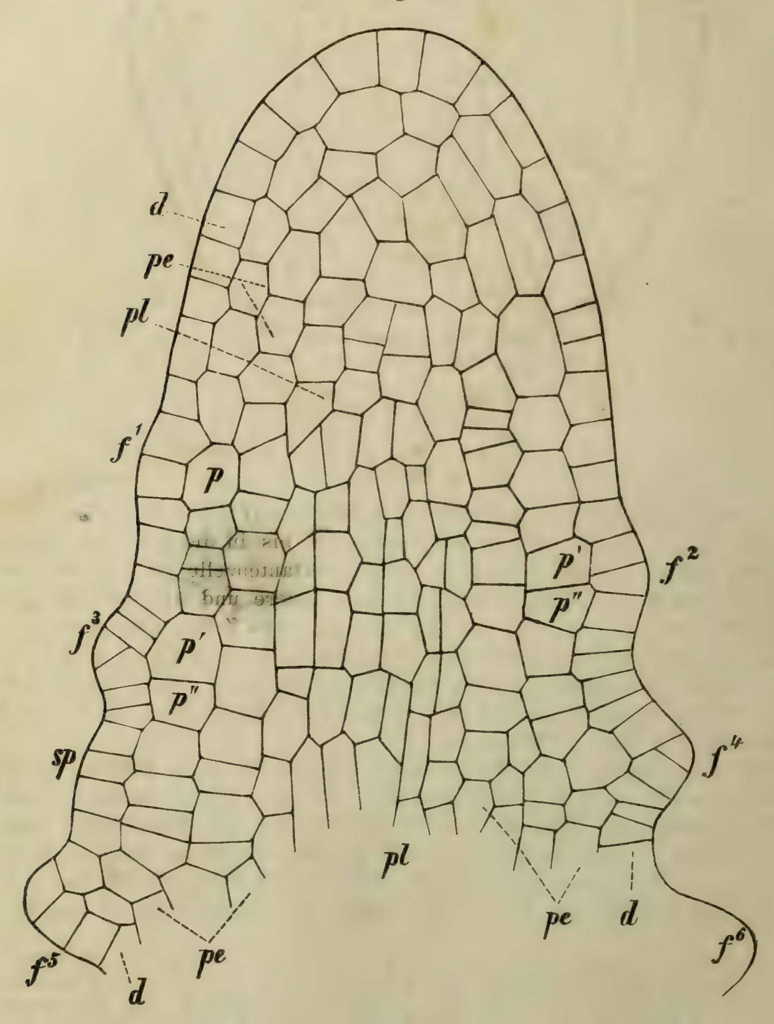


Fig. 36. Vegetationskegel von Elodea canadensis, optischer Längsschnitt (Vergr. 500). d Dermatogen. pe Periblem. pl Plerom. p, p', p" die als Einleitung zur Blattbildung sich radial streckenden Periblemzellen. f^1 — f^6 die am Längsschnitte sichtbaren jungen Blätter, f^1 das jüngste, f^6 das älteste. sp ein in der Achsel des Blattes f^5 sich entwickelnder, eben angelegter Seitenspross.

Scheitelzelle. Es ist nicht eine einzelne Zelle vorhanden, auf welche sich sämmtliche innere und äussere Gewebe zurückführen lassen, vielmehr ist es eine ganze den Scheitel einnehmende Zellengruppe, deren Zellen durch abwechselnd über's Kreuz gestellte Radial- und dann Tangentialwände dem weiter rückwärts liegenden Zellgewebe den Ursprung geben (Fig. 36).

Schon bei den Kryptogamen sahen wir eine durch die ersten Theilungen in den Segmenten angelegte mehr oder minder regelmässige Schichtung der äusseren und inneren Zellenlagen, welche zu der späteren Differenzirung des Gesammtgewebes in Oberhaut, Fibrovasalsystem und Grundgewebe (z. B. der Rinde) in engster Beziehung steht (§§ 101, 102). Auch bei den Phanerogamen ist dieses meistens in mehr oder weniger ausgesprochener Weise der Fall. Aus der äussersten Zellenlage, die wie eine Kappe den Vegetationskegel bedeckt, geht weiter abwärts die Epidermis des Stammes hervor. Sie heisst daher Dermatogen (Hautbildungsgewebe, Fig. 36, d). Ihre Zellen theile nsich in den meisten Fällen nur durch Radialwände, so dass sie dann auch an nicht mehr wachsenden Theilen einschichtig bleibt. Treten dagegen in dem Dermatogen später noch Tangentialtheilungen ein, so entsteht die in § 79 erwähnte mehrschichtige Epidermis.

Unter dem Dermatogen liegen, wie dieses ziemlich regelmässig kappenförmig den Scheitel überziehend, eine, zwei, oder auch mehr Zellenlagen, die als Periblem (Hüllgewebe — Fig. 36, pe) bezeichnet werden. Auf dieses lässt sich das gesammte Grundgewebe der Rinde (Collenchym, Sclerenchym, Rindenparenchym, in den meisten Fällen der Kork) zurückführen.

Den Kern des Vegetationskegels endlich bildet ein nicht mehr in regelrechte Kappen geordnetes Gewebe von grösserem oder geringerem Umfange: das Plerom (Füllgewebe — Fig. 36, pl, doch nicht im Sinne des § 92). Es lässt sich abwärts in ganz allmäligem Verlaufe in die von der Rinde umschlossenen Gewebe verfolgen. Ist kein Mark vorhanden, so wird das gesammte Plerom in das Fibrovasalsystem differenzirt (Elodea, Myriophyllum, viele Wurzeln). Findet sich dagegen im erwachsenen Stamme ein Mark, so entsteht dieses aus einem grösseren oder geringeren centralen Theile des Pleroms und nur ein peripherischer (hohlcylindrischer) Theil desselben wird für die Fibrovasalstränge verwendet.

In einzelnen Fällen ist die Anordnung dieser Gewebeschichten nicht die regelmässige, wie eben beschriebene Es liegt dann unter dem Dermatogen ein unregelmässiges Bildungsgewebe, in dem eine Trennung in Periblem und Plerom nicht einmal andeutungsweise hervortritt. In anderen Fällen lassen sich Periblem und Plerom nur auf kurze Strecken und oft unterbrochen schärfer unterscheiden, während sie an anderen Stellen in einander übergehen, wie dies z. B. auch auf der rechten Seite des in Fig. 36 gezeichneten Vegetationskegels von Elodea canadensis der Fall ist.

105. Während die zunächst am Scheitel des Vegetationskegels liegenden Gewebeschichten ihre Zellen allseitig noch fest aneinander schliessen lassen, bilden sich etwas abwärts bald zwischen denen des jugendlichen Markes (centrales Plerom) und der jungen Rinde (Periblem) Intercellulargänge, die zuerst nur vereinzelt auftreten, bald aber ein vielfach verzweigtes Kanalsystem darstellen. Zugleich finden vielfache Theilungen in den

einzelnen Zellen statt, die um so häufiger sind, je näher die Zellen dem Scheitel liegen. Durch Quertheilung dieser wird nicht allein die Länge des Stengels oder Stammes vergrössert; es nehmen auch Umfang desselben sowie Dicke der Gewebe in Folge von Radial- und Tangentialtheilungen zu.

Gewöhnlich strecken sich nach Aufhören der Theilungen die Zellen der Rinde und des Markes parallel der Längsaxe des Stengels und nehmen dabei, allmälig in Dauerzellen übergehend, die früher (§§ 91—96) beschriebenen Formen an.

Die Ausbildung des Markes erfolgt in der Regel am raschesten. Oft ist dieselbe bereits vollendet, wenn die peripherischen Gewebe noch im lebhaftesten Wachsthum begriffen sind. In solchen Fällen wird das Mark bald stark passiv gedehnt; seine Zellen weichen zuerst an einzelnen Stellen, grössere Intercellularräume zwischen sich bildend, auseinander; schliesslich zerreisst es vielfach, um in manchmal bald vertrocknenden Massen die Innenwand des nun hohl gewordenen Stengels auszukleiden (Taraxacum, Allium etc.). Dabei bleiben jedoch häufig quer durch die Höhlung gespannte Marklamellen stehen (Mark in den Zweigen von Juglans). In mehrgliederigen hohlen Stengeln findet sich in jedem sogenannten Knoten (der Blattinsertion entsprechend) eine Querwand festeren Gewebes (Equisetum, Umbelliferen, Labiaten, Gramineen etc.). Bei Equisetum, wo die Bildung derselben sehr schön zu verfolgen ist, wird sie schon früh durch kleinere, etwas quer gestreckte Zellen von denen des zerreissenden Markes unterscheidbar.

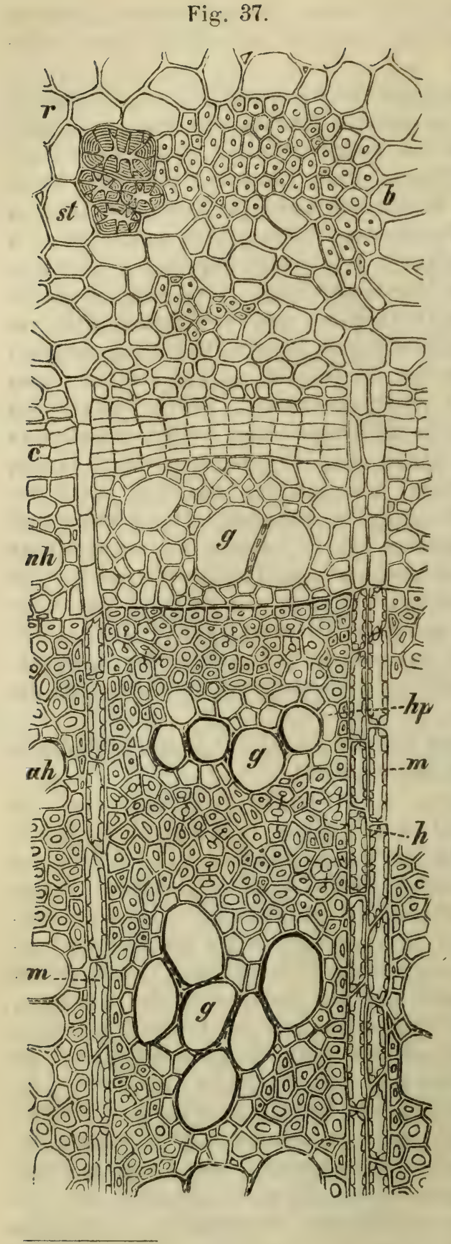
106. Die wichtigsten Veränderungen für den Stamm vollziehen sich in demjenigen Pleromtheile, welcher die Fibrovasalstränge liefert. In den Stämmen der Gefässkryptogamen und Monocotyledonen, die mehrere in einen oder mehrere Kreise geordnete Gefässbündel besitzen, differenziren sich in ihm Stränge gestreckter, zartwandiger Zellen, die man als Procambium bezeichnet. Auf dem Querschnitte erscheinen sie als rundliche Gruppen, die durch Schichten von zu Grundgewebe sich umbildenden, weiteren Zellen getrennt werden. In diesen Procambiumsträngen werden sämmtliche Zellen in Dauerzellen umgewandelt, d. h. in Elemente des Holzes und Bastes, wie sie in §§ 86 u. 87 beschrieben wurden. Bei den Monocotyledonen erfolgt das Auftreten der einzelnen Zellformen ähnlich, wie bei den Dicotyledonen (§ 108). Im Procambiumstrange des Adler-Farn entstehen die ersten Spiralgefässe in den Brennpunkten des elliptischen Querschnittes. Nach Ausbildung seines Holzes und Bastes vermag der Fibrovasalstrang nicht weiter in die Dicke zu wachsen, da ihm als geschlossener Strang kein Theilungsgewebe übrig bleibt (§ 65). Der Stengel oder Stamm einer monocotyledonen Pflanze oder eines Farn behält daher auch zeitlebens an jeder Stelle die Stärke, welche er nach Differenzirung seiner Gewebe unterhalb des Vegetationskegels besass. Dass trotzdem der Stamm einer alten Palme z. B. dicker ist, als der einer jungen derselben Art, hat einen anderen Grund. Mit zunehmendem Alter wird nach und nach auch während des Längenwachsthums bereits das Gewebe des Vegetationskegels durch zahlreichere Theilungen bedeutend vermehrt. Der Stamm gleicht daher bald einem auf seiner Spitze stehenden Kegel und erst wenn ein gewisser Umfang erreicht ist, wächst er als Cylinder weiter. Nur bei wenigen Monocotyledonen (Ruscus z. B.) ist ein kurze Zeit dauerndes primäres

Dickenwachsthum durch tangentiale Theilungen innerhalb einer niedrigen, unmittelbar unter dem Vegetationskegel liegenden Zone des Stammes nachgewiesen worden.

107. Eine auffallende Ausnahme machen die durch lange andauerndes, über die ganze Länge und den gesammten Umfang des Stammes ausgedehntes, secundäres Dickenwachsthum ausgezeichneten baumartigen Liliaceen der Gattungen Dracaena. Yucca, Aloë, Lomatophyllum und Beaucarnea, unter denen der berühmte Stamm von Dracaena Draco bei Orotava auf Teneriffa circa 12 Fuss im Durchmesser hatte. Hier entwickelt sich ausserhalb der bereits im fortwachsenden Stammende angelegten, dem centralen Grundgewebe eingebetteten Fibrovasalstränge, deren obere Enden in die Blätter ausbiegen, in weiterer Entfernung von der Stammspitze ein neues Bildungsgewebe. Dieses entsteht durch Tangentialtheilungen innerhalb einer begrenzten inneren Zone des Rindengewebes und stellt so einen geschlossenen, aus im Querschnitt radiär geordneten Zellen bestehenden Hohlcylinder dar, in dem sich an verschiedenen Stellen des Stammumfanges durch Längstheilungen einzelner Zellen neue Procambiumstränge bilden, welche neue Fibrovasalstränge liefern, während das zwischen ihnen liegende Gewebe in dickwandiges Grundgewebe übergeht. Durch fortschreitende Tangentialtheilungen im äusseren Theile dieses Bildungsgewebes (Folgemeristem) und weitere Entwickelung von Fibrovasalsträngen und Grundgewebe im inneren Theile, entsteht so nach und nach ein mächtiger Holzcylinder, dem der Stamm sein ganzes Dickenwachsthum verdankt: Anlage neuer Fibrovasalstränge mit dazwischen gelegenem Grundgewebe, nicht weitere Ausbildung der primären, geschlossenen Stränge, sind die Ursache desselben.

Auch die Wurzeln von Dracaena besitzen secundäres Dickenwachsthum, das denen aller übrigen Monocotyledonen abgeht.

108. Bei den Gymnospermen und Dicotyledonen tritt bei Anlage der Fibrovasalstränge das Procambium im Plerom, namentlich bei krautigen, einjährigen Stengeln der letzteren, ebenfalls zuerst strangartig auf, die Stränge desselben durch mehr oder minder breite Massen von Grundgewebe getrennt, die als Markverbindungen zwischen Rinde und Mark in radiärer Richtung den Kreis der Procambiumstränge durchsetzen. In letzteren beginnt die Differenzirung des Gewebes mit der Bildung einzelner Bastzellen auf der Aussenseite des Stranges, denen bald einzelne Spiral- oder Ringgefässe auf der Innenseite folgen. Von da ab entwickelt sich der Basttheil des Stranges durch weitere Anlage von Bastzellen, denen sich Siebröhren und Bastparenchym zugesellen, centripetal weiter, während die Ausbildung des Holzes centrifugal mit Differenzirung neuer Gefässe, namentlich gehöft-getüpfelter, mit dazwischen gelegenen Holzzellen und Holzparenchym fortschreitet. Die zuerst angelegten Elemente des Bastes und Holzes werden dabei am längsten, weil sie das ganze Längenwachsthum des betreffenden Stammtheiles mitmachen müssen, während die während des letzteren angelegten Zellen kürzer bleiben. Es verwandelt sich aber bei sämmtlichen ausdauernden Axen niemals das gesammte Procambium in Phloëm und Xylem; beide stossen nie zu einem geschlossenen Strange zusammen. Es bleibt vielmehr zwischen ihnen eine schmale Zone von Theilungsgewebe übrig, die von nun ab als



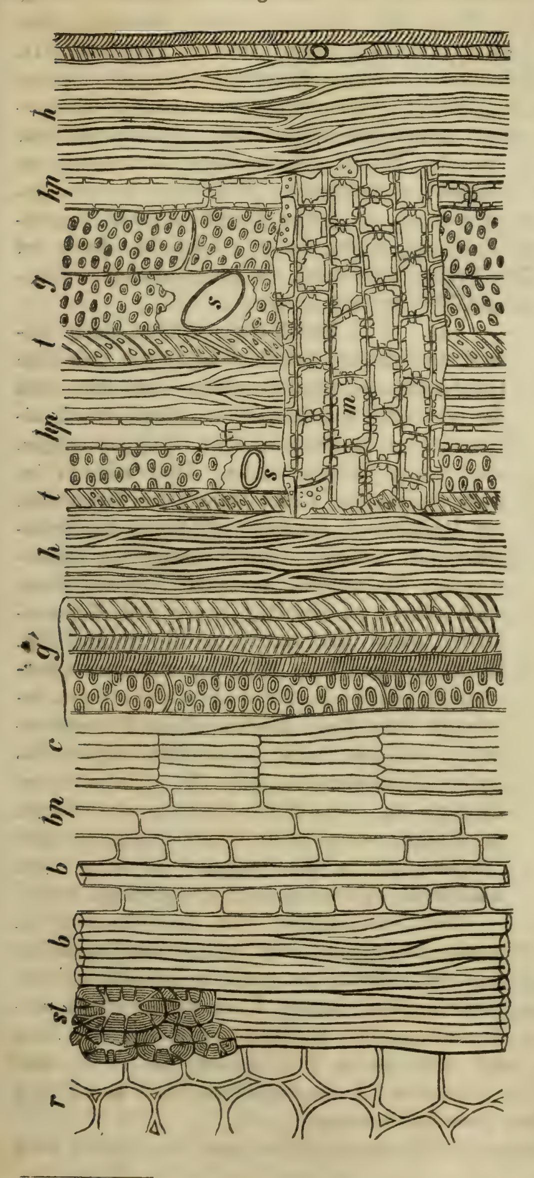
Cambium bezeichnet wird, und von der das weitere Dickenwachsthum des Stammes oder Zweiges seinen Ausgang nimmt.

109. Die noch getrennten Fibrovasalstränge werden in ihren Cambialtheilen nämlich bald durch Bildung einer verbindenden Cambiumschicht in den bis dahin trennenden Markverbindungen vereinigt, indem in letzteren tangentiale Theilungen eintreten. So entsteht ein geschlossener Cambiumcylinder (auf dem Querschnitte als Ring erscheinend und daher auch als Verdickungsring bezeichnet), der unter fortwährender Theilung und Umwandlung eines Theiles seiner in radiale Reihen angeordneten Zellen in Dauerzellen auf seiner Rindenseite Bast, auf der Markseite Holz entwickelt, so dass bald auch ein geschlossener Bast- und Holzkörper vorhanden ist. Letzterer ist nach dem Marke zu nicht regelmässig kreisförmig begrenzt. Vielmehr springen die Holztheile der zuerst getrennt angelegten Stränge bogenförmig nach innen in das Mark vor und bilden die sogenannte Markkrone. Der gesammte Bast wird von nun an wohl auch als secundäre Rinde bezeichnet.

110. Mit dem Schlusse der Vegetationsperiode hört die Thätigkeit des Cambiums auf: der zwischen Holz und Bast übrig bleibende Theil ruht während des Winters, um mit Eintritt des nächsten Frühjahres neues Dauergewebe zu erzeugen. Jetzt beginnt abermals, während die Cambialzellen sich

Fig. 37. Querschnitt durch Holz und Bast eines einjährigen Zweiges von Cytisus Laburnum während der Holzbildung zu Ende Mai des nächsten Jahres. r Rindenparenchym. b Bastzellen. st Steinzellen. c Cambium. nh das durch die Thätigkeit desselben gebildete neue (diesjährige) Holz. ah das alte Holz des vorigen Jahres. g Gefässe. h Holzzellen (Libriform).

Fig. 38.



durch Theilung vermehren, an der Innenseite des Cambiumringes die Bildung von Holz, an der Aussenseite die des Bastes. Es nimmt somit der Holzkörper des ersten Jahres an seiner Aussenseite (centrifugal), der Bastkörper an seiner Innenseite (centripetal) an Stärke zu, gerade wie bei der Holz- und Bastbildung im Procambium (Fig. 37 und 38). Dabei tritt eine gewöhnlich schon mit unbewaffnetem Auge sichtbare Schichtung vorzüglich des Holzkörpers (in manchen Fällen auch des Bastes) hervor.

Anfänglich werden nämlich bei unseren Laubhölzern vom Cambium mehr und weitere, einzeln oder in Gruppen zwischen den Markstrahlen gelegene Gefässe gebildet und zwischen denselben weniger, meist auch weitere und dünnwandigere Holzzellen. Mit dem Fortschreiten der Holzbildung nehmen die Gefässe an Weite und Anzahl meist bedeutend ab; oft werden sogar im Herbste keine mehr gebildet. Dagegen treten zahlreichere, in der Regel dickwandigere und auch

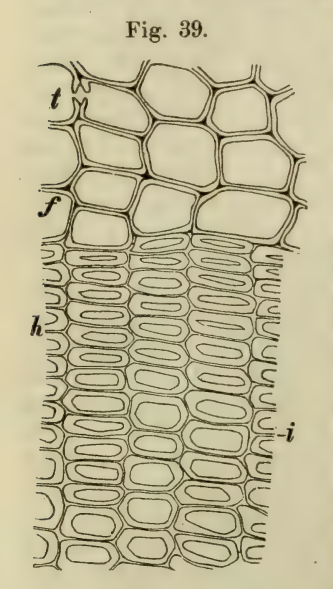
---

hp Holzparenchym. m Markstrahlen. Auf der Aussenseite des Cambiums ist bereits eine neue Gruppe von Bastzellen neben Bastparenchym differenzirt. Vergr. ca. 200, etwas schematisirt.

Fig. 38. Längsschnitt durch Holz und Bast eines einjährigen Zweiges von Cytisus Laburnum zu Ende Mai des nächsten Jahres. r Rindenparenchym. b Bastzellen. st Steinzellen. bp Bastparenchym. c Cambium. g' das von demselben gebildete junge (diesjährige) Holz mit einigen Ge-

allmälig enger werdende Holzzellen auf, bis oft der Holzring einer Periode nur mit solchen schliesst (Fig. 37 und 38). Es ist demnach das sogenannte Frühjahrsholz weniger dicht, als das dichte, festere Herbstholz. Das nächste, an das Herbstholz des vorigen Jahres schliessende lockere Frühjahrsholz, das wieder in gleicher Weise mit überwiegender Gefässbildung beginnt, setzt sich scharf gegen das erstere ab. Hölzer mit sehr weiten Gefässen, wie z. B. das der Eiche, zeigen diese Anordnung am deutlichsten. Die so gegen einander abgegrenzten Holzringe werden gewöhnlich als Jahresringe bezeichnet, da jeder derselben einer Vegetationsperiode von Frühjahr zu Frühjahr, einem Jahre, entspricht. Doch ist diese Benennung nicht in allen Fällen zutreffend, da innerhalb eines Sommers auch zwei Holzringe ausgebildet werden können.

Fig. 39.



111. Die Nadelhölzer bilden nach Ablauf der ersten Vegetationsperiode aus dem Cambium neben Markstrahlen stets nur noch die charakteristischen Tracheïden des Coniferenholzes (§ 24) und etwa Holzparenchym, aber keine Gefässe mehr. Hier werden jedoch durch die Ungleichheit der Holzzellen die Jahresringe markirt. Während das Frühjahrsholz weitere, verhältnissmässig dünnwandige Holzzellen aufweist, werden diese nach aussen zu allmälig enger und dickwandiger, dabei oft tangential gestreckt (Fig. 39, h), so dass ihre Höhlung auf dem Querschnitte manchmal nur noch als ein Spalt erscheint. An diese dickwandigen Herbstholzzellen schliesst sich unmittelbar wieder das lockere Frühjahrsholz (Fig. 39, f) im scharfen Absatze an. Ungleiche Färbung der Wände in Folge verschiedenartiger Einlagerungen (Verkienung z. B.) tragen oft zum noch schärferen Hervortreten der Holzringe bei.

Bei Nadelhölzern wie Laubbäumen ist der sich gegen Ende des Sommers mehr und mehr steigernde Druck der ausserhalb des Holzes liegenden und ebenfalls in jeder Vegetationsperiode im Durchmesser wachsenden Gewebe (Bast, Rinde, Kork, Borke) die Hauptursache der eigenthümlichen Gestaltung des Herbstholzes gegenüber dem Frühjahrsholze. Bestätigt wird dies durch Experimente, bei denen man durch feste Einschnürung von lebenden Zweigen im Frühjahre den Druck auf das neu zu bildende Holz künstlich erzeugt.

Neben Jahresringen unterscheidet man im Holze mancher Stämme noch

---

fässen und einer Holzzelle. h Holzzellen (Libriform). t Tracheïden. hp Holzparenchym. g Gefässe. s deren durchbrochene Querwände. m Markstrahl. Vergr. ca. 200, etwas schematisirt.

Fig. 39. Querschnitt aus der Grenze zweier Jahresringe des Holzes von Pinus Strobus (Vergr. 240). f Frühjahrsholz. h Herbstholz. i Intercellularsubstanz, deren Lamellen im Frühjahrsholze schwarz gezeichnet wurden. t Tüpfel.

das dunkler (gelb, roth, braun oder auch schwarz) gefärbte innere Holz als Kernholz von dem äusseren, helleren Splint (Quercus, Juglans, Robinia, Prunus Cerasus, Guajacum etc). Einlagerung von Farbstoffen, Harzen etc. in die Zellwand sind die Ursache der Kernholzfärbung.

112. Werden von einer Mutterpflanze Zweige zum Zwecke der Vermehrung als Stecklinge weiter gezogen, so bewurzeln sich diese bekanntlich nach kürzerer oder längerer Zeit und werden dadurch zu selbständigen Pflanzen. Bei krautartigen Gewächsen wird dabei die Schnittfläche durch Bildung von Korkgewebe geschlossen, das aus der Theilung der über die Schnittfläche sich vorwölbenden unverletzten Zellen hervorgeht. Pflanzen mit bedeutenderer Entwickelung des Holzkörpers erzeugen dagegen über der Schnittfläche ein eigenthümliches, wulstig vortretendes Gewebe, den sogenannten Kallus. An der Bildung desselben können alle Gewebe mit Ausnahme der Holz-, Bast- und Epidermiszellen sich betheiligen; jedoch geht das hauptsächlichste Wachsthum stets vom Cambium aus. Auch in diesem Falle wölben sich die unverletzt gebliebenen Zellen der Schnittfläche über diese bald stark hervor und theilen sich durch parallel der Schnittfläche verlaufende Wände. In den Gefässen sind es dabei die Thyllen (S. 51), welche sich in der Nähe der Schnittfläche bilden und dann durch Vorwölbung an der Erzeugung des Kallusgewebes theilnehmen, dessen anfänglich isolirte, aus den verschiedenen Gewebeschichten hervorgegangenen Neubildungen sich bald zu einem vollständig die Wunde überziehenden Gewebe dadurch vereinigen, dass sie seitlich mit einander in Berührung treten und fest verschmelzen. Mit dem alten Gewebe des Stecklinges hat der aus parenchymatischen, zunächst dünnwandigen Zellen gebildete Kallus nicht die geringste Aehnlichkeit. Erst später wird durch Auftreten von Meristemen (§ 65) im Kallusgewebe dieses in verschiedene Schichten differenzirt, die entweder als Kork die Kallusperipherie bedecken oder auch den Gewebesystemen des Stecklinges entsprechen. Die Bildung von Wurzeln findet nicht in dem neu gebildeten Kallus statt, sondern oberhalb der Schnittfläche in solchen Regionen, die an der Kallusbildung keinen unmittelbaren Antheil nehmen. Das Material für die Neubildung der Zellen liefert zunächst die im Gewebe oberhalb der Schnittfläche lagernde Stärke.

Bei Schälwunden an Stämmen und Aesten von Holzgewächsen geht die Wiederersetzung der Rinde (eigentliche Rinde und secundäre Rinde oder Bast) ebenfalls von dem auf der Wundfläche am Holzkörper haften gebliebenen Cambium aus. Sorgfältige Entfernung desselben durch starkes Abreiben der Wundfläche lässt jede Neubildung von Rinde unterbleiben. Zufällige Erhaltung von Cambiumresten in den den Markstrahlendigungen entsprechenden Vertiefungen im blossgelegten Holze mancher Bäume, von denen dann eine Regeneration der Rinde beginnen kann, liess früher die Behauptung aufstellen, dass die Markstrahlen allein der Ausgangspunkt für den Wiederersatz der Rinde seien.

113. Abweichungen vom normalen Stammbau finden sich bei vielen Dicotyledonen. Dass manche derselben auch auf der Innenseite des Holzkörpers eine Bastschicht bilden, wurde schon erwähnt (§ 85). Bei anderen findet ein stärkeres Dickenwachsthum nur auf einer Seite des Stammes oder der Wurzel (Ononis spinosa, Polygala Senega) statt. In den

Stämmen der Malpighiaceen und Bignoniaceen erscheint oft der Holzkörper in eine grössere oder geringere Anzahl von isolirten Portionen dadurch getrennt, dass in den Markstrahlen und Holzparenchymzellen eine nachträgliche starke Zellvermehrung eintritt, die zur Bildung eines dem Rindenparenchym ähnlichen Gewebes führt. Natürlich besitzt nur der äusserste Kreis derselben Cambium und ist daher allein fortbildungsfähig. Bei anderen Bignoniaceen bildet der Holzkörper ein im Querschnitt vierarmiges Kreuz; bei Tecoma radicans entsteht sogar im Marke ein völlig isolirter Holzring, der ein Cambium besitzt und auf seiner dem Centrum zugekehrten Innenseite Bast entwickelt. Viele schlingende Sapindaceen (z. B. Serjania) zeigen auf dem Querschnitte des Stammes einen stärkeren Holzkörper, der von 3—5 oder mehr schwächeren, doch völlig normal gebauten umgeben ist und von denen jeder eine zugleich das verbindende Gewebe darstellende Bastschicht besitzt. Die peripherischen Holzkörper sind hier Abzweigungen des mittleren, welche sich weiter oben mit diesem wieder vereinigen.

Mit dem Dickenwachsthum der baumartigen Liliaceen unter den Monocotyledonen (§ 107) hat das Dickenwachsthum solcher Gymnospermen und Dicotyledonen Aehnlichkeit, bei denen das ursprüngliche Cambium sehr bald seine Thätigkeit einstellt. Hier bildet sich entweder in der primären Rinde (Menispermaceen, Gnetum) oder in der secundären (dem Baste — Dilleniaceen, manche Leguminosen, Polygaleen, Ampelideen, Phytolaccaceen) wiederholt neues Meristem, das Kreise von isolirten Fibrovasalsträngen erzeugt so dass der Holzkörper dieser Pflanzen nicht aus einer zusammenhängenden Masse besteht.

114. Das Spitzenwachsthum der Phanerogamenwurzeln lässt sich wie das der oberirdischen Axen der Blüthenpflanzen ebenfalls nicht auf eine einzelne (Scheitel-)Zelle zurück-

Fig. 40.

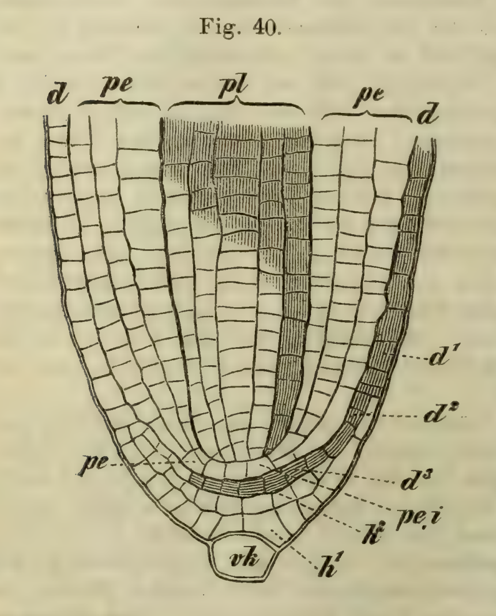


Fig. 40. Längsschnitt durch das Wurzelende eines noch nicht völlig entwickelten Embryo von Capsella bursa pastoris (Vergr. ca. 300) nach Hanstein. vk Rest des Vorkeims, an welchem der Embryo befestigt ist. d Dermatogen und zwar d¹, d² und d³ dessen Theilungsschichten. pe Periblem. pe, i Peribleminitialen. pl Plerom. h¹ und h² sind zwei durch Tangentialtheilung der Dermatogenschichten d¹ und d² abgeschiedene Wurzelhaubenkappen. Auf der rechten Seite der Figur sind Dermatogen und Plerom der Deutlichkeit wegen schattirt, Periblem und Wurzelhaube nicht.

führen (§ 104). Es ist auch hier eine Gruppe von Zellen, welche den verschiedenen Geweben — Dermatogen, Periblem und Plerom — ihren Ursprung giebt, ausserdem aber auch noch die Bildung der Wurzelhaube veranlasst. An der primären Wurzel von Embryonen gehen die einzelnen Schichten oder Kappen der letzteren aus dem Dermatogen hervor, das sich an der Wurzelspitze durch Tangentialwände wiederholt in eine innere (Dermatogen — Fig. 40, d^1, d^2, d^3) und äussere (Wurzelhaubenkappe – Fig. 40, h^1, h^2) Lage spaltet. Bei den Wurzeln älterer Blüthenpflanzen scheint dagegen die Haube verschiedenen Ursprunges zu sein und nach ihrer Entwickelung fünf Typen anzugehören.

a. Die Spitze der Wurzel zeigt vier von einander unabhängige Gewebe: Haube, Dermatogen, Periblem und Plerom und die Haube wird beim Erlöschen des Spitzenwachsthums der Wurzel vollständig abgeworfen (Adventivwurzeln von Hydrocharis morsus ranae).

b. Die Wurzelspitze besteht nur aus Haube, Periblem und Plerom. Eine innerste Schicht der Haube, die Calyptrogenschicht, regenerirt dieselbe, wird aber später mit der Haube selbst abgestossen. Die Epidermis ist die äusserste Zellenlage der Rinde, welche sich mit einer Cuticula bedeckt hat: Hauptwurzeln von Allium-Arten, Wurzeln von Gräsern und Canna, Adventivwurzeln von Alisma.

c. Wie b, aber die Epidermis entsteht unmittelbar aus der ihre Thätigkeit einstellenden Calyptrogenschicht: Helianthus, Fagopyrum, Linum.

d. Eine an der Grenze zwischen Haube, Periblem und Plerom gelegene Urmeristemschicht ergänzt durch Quertheilung ihrer Zellen nach aussen die Haube, nach innen durch unregelmässige Spaltung ihrer Zellreihen Periblem und Plerom; die innerste laterale Calyptrogenschicht verwandelt sich in die Epidermis: Pisum, Phaseolus, Cucurbita.

e. Die Wurzelspitze lässt nur Periblem und Plerom unterscheiden; ersteres ist sehr mächtig entwickelt, blättert sich allmälig ab und fungirt als Wurzelhaube: Wurzeln der Gymnospermen. (Vgl. § 122).

115. Das Dickenwachsthum der Wurzeln der Gymnospermen und Dicotyledonen wird dadurch eingeleitet, dass auf der Innenseite der primären Bastbündel (Fig. 28, b) sowie der primären Holzbündel (Fig. 28, g) durch Theilung der hier gelegenen Parenchymzellen eine Meristemschicht gebildet wird. Bei Phaseolus ist der vor den Bastbündeln gelegene Theil derselben ein echtes Cambium, das nach innen hin neues Holz, nach aussen (zwischen Cambium und primärem Bast) neues Phloëm differenzirt, während das vor den primären Holzkörpern liegende Bildungsgewebe nur ein den Markstrahlen ähnliches Parenchym erzeugt, das den secundären Holzkörper auf dem Querschnitte der Wurzel als mehrstrahligen, aus getrennten Bündeln bestehenden Stern erscheinen lässt. Bei den meisten Holzpflanzen dagegen bildet die im gesammten Umfange der Wurzel vor den primären Bast- und Holzbündeln entstehende Cambiumschicht fortdauernd Holz auf der Innenseite, Bast auf der Aussenseite, genau wie beim Dickenwachsthum des Dicotyledonen- und Gymnospermenstammes, von dem sich dann die Wurzel dieser überhaupt durch ihren gesammten Bau später nicht wesentlich unterscheidet, zumal da auch am Umfange der Rinde eine Korkschicht wie beim Stamme erzeugt wird (§ 81).

Auch bei manchen theilweise aus diesem Grunde cultivirten Wurzeln, wie der Runkelrübe (Beta vulgaris), der Möhre (Daucus Carota) u. s. w. besteht wie im Stamme gewisser Pflanzen (§ 88) das secundäre Holz vorzüglich aus saftigem Holzparenchym und nur wenigen verholzten Zellen und Gefässen.

II. Abschnitt.

Die äussere Gliederung der Pflanze.

Allgemeine Morphologie.

1. Allgemeine Bemerkungen.

116. Schon im § 1 wurde betont, dass die einzelnen Theile des Pflanzenkörpers bestimmte für das Leben der Pflanze wichtige Verrichtungen übernehmen und daher als Organe oder Werkzeuge bezeichnet werden. Die Art dieser Functionen und die Art und Weise, wie sich durch die Thätigkeit der betreffenden Organe die Lebensvorgänge in der Pflanze vollziehen, festzustellen, ist Gegenstand der Physiologie. Die Morphologie nimmt allein Rücksicht auf die gegenseitige Stellung der Theile, auf die Art und Weise ihrer Entstehung und ihres Wachsthums. Sie betrachtet deshalb die Organe nur als Glieder des Ganzen und sucht deren Entwickelung auf bestimmte Gesetze zurückzuführen.

Das Resultat solcher Untersuchungen ist, dass sich alle Glieder der höher entwickelten Gewächse den vier allgemeinen Begriffen: Wurzel, Stamm, Blatt und Haar unterordnen lassen, gleichgültig, welche spätere Form und physiologische Bedeutung dieselben haben. Die Morphologie bezeichnet daher die Kartoffelknolle, die Ranke des Weinstockes und die blattartigen Zweige von Ruscus eben so gut als Stammgebilde, wie den Stamm eines Baumes oder den aufrechten, kriechenden oder windenden Stengel irgend welcher krautartigen Pflanze. Sie betrachtet freilich die letzteren Fälle als die normalen und spricht daher bei der Kartoffelknolle, den blattartigen Zweigen von Ruscus etc. als von umgestalteten oder metamorphosirten Stämmen. Aus gleichen Gründen sind die Schuppen an den sogenannten Augen der Kartoffelknolle, Kelch, Krone, Staubgefässe und Fruchtknoten der Blüthe, wie die Schalen einer Zwiebel metamorphosirte Blätter und die Sporangien der Farne metamorphosirte Haare.

117 Bei den höher organisirten Moosen fehlt bereits die echte Wurzel. Sie wird durch Haare vertreten, welche sie functionell ersetzen. Dagegen besitzt der Stamm noch Blätter von sehr einfachem Bau. Unter den niederen Moosen aus der Abtheilung der Lebermoose treffen wir schon auf Formen, bei denen das Stämmchen flach und laubartig verbreitert ist und

die Blätter als winzige Schüppchen auftreten (Marchantia z. B.) um endlich bei anderen (Anthoceros) garnicht mehr zu erscheinen. Algen, Pilze und Flechten entwickeln wohl noch Haare, aber nicht mehr Blätter in dem bei anderen Pflanzen gebräuchlichen Sinne. Bei ihnen ist der ganze Gewebekörper ein Thallus, d. h. Stamm und Blatt sind nicht mehr morphologisch zu unterscheiden, wenn auch oft, namentlich bei höheren Algen (Fucaceen, Florideen), gewisse Theile blattähnliche Gestalt annehmen und selbst bei einzelligen Formen (Caulerpa — § 5) Verzweigungen der Zelle die Form von Wurzel, Stamm und Blättern nachahmen.

Man unterscheidet nach diesen Gesichtspunkten meistens die Thallophyten (Lagerpflanzen, axenlose Pflanzen) von den Cormophyten (Axenpflanzen mit deutlich entwickelten Blättern). Ein scharfer Unterschied zwischen diesen beiden Hauptabtheilungen des Pflanzenreiches existirt jedoch nicht, wie die erwähnten niedersten Formen aus der Gruppe der Moose zeigen. Eben so wenig sind in manchen Fällen die Begriffe Stamm und Blatt, wie Blatt und Haar, schwierig (oder vielleicht garnicht) zu trennen.

118. Alle Glieder einer Pflanze entspringen seitlich eines aus dem anderen. Eine Ausnahme macht nur die aus dem befruchteten Ei sich direct entwickelnde Axe einer Keimpflanze. Sonst erzeugen Stamm und Wurzel Seitenäste, die ihrerseits sich wieder verzweigen können. Am Stamme entstehen Blätter und auch letztere besitzen Verzweigungen in sehr verschiedener Weise.

Mit Rücksicht auf den Ort der Entstehung können die seitlichen Glieder eines anderen Gliedes aus einer oberflächlich gelegenen Zelle oder Zellengruppe des letzteren ihren Ursprung nehmen: exogene Bildung (die Zweige der allermeisten Stämme, die Blätter und Haare); oder sie entstehen in tieferen Gewebeschichten. von schwächeren oder mächtigeren Gewebemassen bedeckt, die sie, um an die Oberfläche zu treten, allmälig erst durchbrechen müssen: endogene Bildungen (sämmtliche Wurzelverzweigungen, die Zweige der Schachtelhalme und Adventivknospen).

119. Die gleichartigen Seitenglieder (z. B. die Blätter) entstehen unterhalb des fortwachsenden Endes des sie erzeugenden Gliedes gewöhnlich in acropetaler (basifugaler) Reihenfolge, d. h. das dem fortwachsenden Scheitel nächste Glied ist das jüngste, das Alter der unter einander stehenden Glieder nimmt mit der Entfernung vom Vegetationspunkte zu (siehe die Figur im § 104). Stehen umgekehrt die jüngsten Glieder der länger fortwachsenden Basis näher, so ist die Entwickelung eine basipetale (Fiedern der Blätter von Myriophyllum; Sporangien an der Columella im Sorus der Hymenophyllaceen).

Treten an älteren Theilen eines Gliedes neue Glieder in unbestimmter Ordnung auf, so werden sie als Adventivbildungen bezeichnet. Ihre Reihenfolge ist also niemals eine acro- oder basipetale. Nach dem Orte ihrer Entstehung sind sie ferner endogenen Ursprunges: sie entwickeln sich im Innern neben den Gefässbündeln des Stammes, der Wurzel oder des Blattes, müssen also auch, wie die endogenen Wurzelzweige, die über ihnen liegenden Gewebe durchbrechen.

120. Die an einem Pflanzentheile neu entstehenden gleichartigen oder ungleichartigen Glieder können so angelegt werden, dass auf einer Querzone je nur eines derselben entsteht; sie stehen dann vereinzelt, wie dies

wohl meistens der Fall ist. In anderen Fällen jedoch kommen auf jeder Querzone mehrere unter sich gleichartige Glieder zur Entwickelung und bilden dann einen Quirl oder Wirtel (viele Blätter, Wurzeläste an den Hauptwurzeln mancher Phanerogamen, seltener oberirdische Sprosse). Die einzelnen Glieder desselben sind dann entweder zu gleicher Zeit (simultan) entstanden, oder sie wurden nach einander (succedan) angelegt: ersteres ist bei den Blumenblättern und Staubgefässen vieler Blüthen, letzteres bei den gleichen Organen anderer Blüthen und bei den Salviniaceen und Characeen der Fall. Stehen ferner die Glieder eines Wirtels an Querzonen der Axe, die erst aus der Verschiebung ungleichalteriger und verschieden hoch liegender Gewebe entstanden sind, so heissen sie unechte Quirle, wie diejenigen der Blätter, Zweige und Wurzeln der Schachtelhalme, die aus dem Gewebe je dreier Segmente der Scheitelzelle (§ 102) hervorgehen. Ist dagegen z. B. die Querzone der Axe schon ursprünglich eine einheitlich angelegte, so ist der Quirl ein echter (Wirtel der Characeen u. s. w.).

2. Die Wurzel.

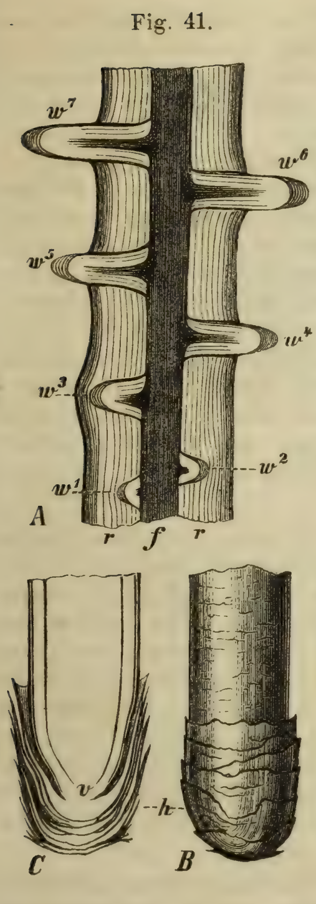
121. Wurzeln treten nur bei Pflanzen auf, welche Fibrovasalstränge besitzen; sie fehlen von den Moosen an abwärts gerechnet sämmtlichen niederen Kryptogamen. Doch sind auf der anderen Seite auch einzelne Gefässpflanzen wurzellos. Bei Psilotum (Lycopodiaceen) wird die Wurzel durch unterirdische Sprosse des strauchartigen Stämmchens vertreten, die nur rudimentäre, schüppchenartige Blätter entwickeln, jedoch keine Wurzelhaube besitzen und die, über die Erde gelangend, sich zu normalen Sprossen ausbilden können. Bei der zu den Rhizocarpeen gehörenden Gattung Salvinia vertritt ein metamorphosirtes, vielfach zerschlitztes Blatt functionell die Wurzel der schwimmenden Pflanze. Auch unter den Blüthenpflanzen kommen wurzellose Formen (Epipogum, Lemna arrhiza etc.) vor.

Die Wurzeln unterscheiden sich von den Stämmen immer durch die den Scheitel bedeckende Wurzelhaube. Sie tragen keine Blätter oder blattähnliche Gebilde und ihre Verzweigungen sind stets endogenen Ursprunges. Chlorophyll fehlt ihnen mit wenigen Ausnahmen.

122. Die bereits in den §§ 103 und 114 erwähnte Wurzelhaube bedeckt den Scheitel wenigstens jüngerer, noch im lebhaften Wachsthum begriffener Wurzeln, so dass die eigentliche Wurzelspitze, d. h. der Vegetationskegel mit seiner Scheitelzelle (Gefässkryptogamen — Fig. 35) oder seiner Scheitelzellengruppe (Phanerogamen — Fig. 40) weiter rückwärts liegt. Während der mit dem eigentlichen Wurzelscheitel gleichzeitig fortwachsenden Wurzelhaube stets von innen her neue Zellenlagen zugefügt werden (§§ 103 und 114), gehen ihre nach aussen gelegenen älteren Zellen bald in Dauerzellen über. Die Wände derselben quellen bei im Boden oder Wasser befindlichen Wurzeln gallertartig und machen die Wurzelspitze schlüpferig; die betreffenden Zellen runden sich dabei ab und werden schliesslich ganz und gar abgestossen. Bei Luftwurzeln, die nicht in den Boden gelangen, pflegen die äussersten Zellenlagen der Wurzelhaube bald zu vertrocknen und sich in dünneren oder dickeren Kappen abzublättern (Fig. 41 B, C).

In vielen Fällen liegt die Wurzelhaube auch mit ihren älteren, weiter nach rückwärts reichenden Schichten oder Kappen der Wurzelspitze dicht

Fig. 41.



an, in anderen aber hebt sie sich mit ihren innersten Kappen bald so von dem Wurzelende ab, dass sie nur mit dem Wurzelscheitel selbst in organischem Zusammenhange bleibt, sonst aber locker über die Wurzelspitze gestülpt erscheint, etwa wie ein Fingerhut über die Spitze des Fingers (Lemna — Pandanus; Fig 41 B, C).

123. Im anatomischen Baue unterscheiden sich die Wurzeln durch die abwechselnde Lagerung des Phloëms und Xylems der Fibrovasalbündel (Fig. 28 in § 89), deren älteste Gefässe im Holztheile dazu noch nahe der Peripherie des Stranges sich bilden (§ 89).

Die endogenen Wurzelverzweigungen entwickeln sich stets an der Aussenseite der Gefässbündel und zwar in den meisten Fällen des Xylems, seltener des Phloëms (Gräser, Umbelliferen, Araliaceen); sie stehen daher entsprechend der Zahl der Holz- oder Bastkörper in eben so vielen Längsreihen an der Mutterwurzel (Fig. 41 A). Ihre Anlage erfolgt bei den Gefässkryptogamen in der Strangscheide, deren für die Wurzelanlage bestimmte Zellen schon von vornherein durch ihre bedeutendere Grösse und zarteren Wände ausgezeichnet sind. Jede zum Wurzelzweige werdende Zelle theilt sich (oft erst nach einigen vorbereitenden Theilungen) durch geneigte Wände in der Weise, dass sofort in ihr die das Wurzelwachsthum leitende Scheitelzelle ausgeschnitten wird, durch deren Segmentirung die junge Wurzel rasch die Gestalt eines stumpfen Kegels erreicht.

Bei den Phanerogamen entsteht der Wurzelzweig in der Zellschicht des Pericambiums (§ 89, Fig. 28, p), dessen für die Anlage bestimmte Zellengruppe sich durch Tangentialwände in zwei Schichten spaltet, deren äussere als Dermatogen die Wurzelhaubenkappen erzeugt (vgl. Fig. 40 im § 114), während die innere durch tangentiale und radiale Theilungen das Urmeristem der Wurzelspitze bildet.

Von den Geweben des jungen Wurzelzweiges treten nur die Fibro-

---

Fig. 41. A Schema für die Entwickelung der Wurzelverzweigungen im Längsschnitt durch den jüngeren Theil einer Wurzel f Fibrovasalstrang. r Rinde. w^1—w^7 Wurzelzweige in der Reihenfolge ihres Alters, die drei jüngsten (w^1—w^3) noch vom Rindengewebe bedeckt. — B Von der Wurzelhaube (h) bedeckte Spitze einer Luftwurzel von Pandanus odoratissimus in natürlicher Grösse und C eine solche im Längsschnitt, die abblätternden Kappen der Wurzelhaube zeigend; v Vegetationspunkt der Wurzelspitze.

vasalstränge in vollständige Verbindung mit den Strängen der Mutterwurzel. Wo, wie bei den Gefässkryptogamen, die Wurzelanlage durch das (nur bei Equisetum fehlende) Pericambium von den Gefässbündeln getrennt ist, da wird in diesem durch Theilung und Differenzirung der Zellen die Verbindung hergestellt. Rinde des Wurzelastes und der Mutterwurzel treten nur theilweise, die Epidermis beider gar nicht in Zusammenhang.

Die junge Seitenwurzel wölbt zuerst die über ihr liegenden, oft sehr mächtigen Gewebe der Wurzelrinde empor, wobei die innerste Rindenzellenlage am längsten Widerstand zeigt, die weiter aussen gelegenen bald zusammengepresst werden. So lange der Wurzelast noch tief im Innern der Mutterwurzel steckt, ist der Ort der Wurzelanlage an dem unverletzten Mutterzweige mit unbewaffnetem Auge nicht sichtbar. (Fig. 41 A, w^1, w^2). Später wölbt sich mit dem Längenwachsthum des Wurzelzweiges auch das Rindengewebe als sichtbarer Höcker empor (Fig. 41 A, w^3). Dieser wird endlich, wenn das Rindengewebe keinen Widerstand mehr zu leisten vermag, von einem der Längsaxe der Wurzel parallelen Längsspalt durchbrochen und die junge Seitenwurzel tritt zu Tage (Fig. 41 A, w^4).

124. Oberflächlich entsteht nur die erste (Haupt-) Wurzel am Embryo der Gefässkryptogamen und der meisten Phanerogamen. Zwar ist bei den letzteren die Spitze der Keimwurzel von dem Vorkeim bedeckt; da dieser aber nur als Embryoträger fungirt, der Embryo sich später von ihm loslöst, so kann er betreffs der etwaigen endogenen Entstehung der Keimwurzel ausser Acht gelassen werden. Eine Ausnahme unter den Blüthenpflanzen machen neben einigen anderen jedoch die Gräser. Bei diesen ist auch die Keimwurzel endogenen Ursprunges. Sie liegt im Innern des embryonalen Gewebes, umgeben von einer oft mächtigen Gewebeschicht, die bei der Keimung durchbrochen wird und noch längere Zeit dann den oberen Theil der Wurzel wie eine Scheide umhüllt, daher den Namen Wurzelscheide (Coleorrhiza) führt.

125. An jedem normal sich verzweigenden Wurzelzweige entstehen, wie an der Hauptwurzel selbst, die Seitenwurzeln nächst höherer Ordnung in acropetaler Reihenfolge. Bei Lycopodium, Isoëtes und Selaginella unter den Gefässkryptogamen ist die Verzweigung der Wurzeln nebenbei auch eine gabelige (dichotome — § 130), bei welcher das Plerom durch Bildung zweier neuen, neben einander gelegenen Vegetationspunkte den Anstoss zur Bildung der beiden Gabelzweige giebt. Wo bei Phanerogamen (z. B. Gymnospermen) eine Gabelung der Wurzel vorkommt, scheint diese durch das Eindringen parasitischer Pilze in die Wurzel verursacht zu werden. Später können ferner — namentlich an den älteren Wurzeln der Dicotyledonen — Wurzeläste in unregelmässiger Anordnung, also als Adventivwurzeln, gebildet werden.

Bei den meisten Pflanzen werden früher oder später auch im Gewebe des Stammes an sehr verschiedenen Stellen Wurzeln als Nebenwurzeln entwickelt. Sie entspringen dann entweder aus den äussersten Phloëmschichten der Gefässbündel (häufigster Fall), oder aus dem Cambium, oder ganz in der Nähe des Vegetationskegels da, wo das Urmeristem eben die Differenzirung in die verschiedenen Gewebeschichten des Stammes be-

ginnt. Letzteres ist namentlich bei kriechenden Stämmen (Rhizomen — z. B. bei Pteris aquilina) der Fall.

Solche Pflanzen, deren am Embryo entwickelte Hauptwurzel sehr bald abstirbt (Gefässkryptogamen, Monocotyledonen), bewurzeln sich dann später durch zahlreiche aus dem Stengel, namentlich in dessen Knoten entwickelte Nebenwurzeln mit ihren Verzweigungen. Bei manchen Stämmen, wie Baumfarnen, ist die Entwickelung von Nebenwurzeln so stark, dass letztere die Oberfläche des Stammes wie mit einem dichten Geflecht überziehen. Viele der aus dem obersten Stammtheile entspringenden Wurzeln erreichen jedoch in solchen Fällen häufig den Erdboden nicht. Bei manchen Farnen mit gedrängt stehenden Blättern (Aspidium Filix mas) entwickeln sich Nebenwurzeln in grosser Menge aus der Basis der Blattstiele.

Die Nebenwurzeln, namentlich die nahe dem Scheitel kriechender Stämme entstehenden, werden in manchen Fällen streng acropetal angelegt, sind aber grösstentheils wohl adventive Bildungen.

3. Der Stamm.

126. Der Stamm (oder die Axe) ist dadurch charakterisirt, dass er auf seinem Scheitel nicht mit einem der Wurzelhaube entsprechenden Gewebe bedeckt ist, wohl aber unterhalb desselben Blätter als Anhangsorgane erzeugt. Sein als Vegetationskegel bezeichnetes Ende wächst mit Scheitelzelle (§ 99 u. f.) oder durch Zellvermehrung in einem gleichartig entwickelten Urmeristem (§ 104) weiter, so lange keine Verletzung desselben eintritt, und verlängert dadurch die Axe während jeder Vegetationsperiode. Ist, wie dies gewöhnlich stattfindet, der Stammscheitel von den obersten rasch wachsenden Blättern überdeckt, so heisst derselbe die Endknospe des Stammes. Bei manchen kriechenden Stämmen (z. B. Pteris aquilina) verlängert sich jedoch das Stammende so bedeutend, ehe das jüngste Blatt an ihm auftritt, dass dieses weit hinter seinem Scheitel steht, letzterer also in diesem Sinne als nackt bezeichnet werden kann.

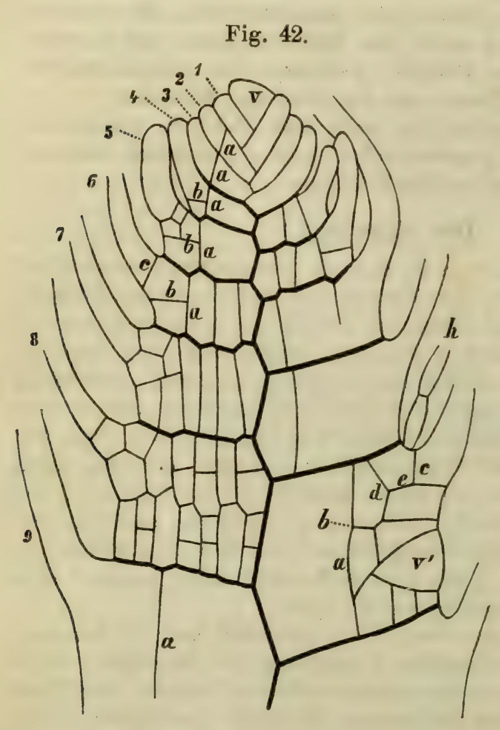
127. Wie an der wachsenden Wurzel, so entstehen auch an den meisten Stämmen Seitenzweige verschiedener Ordnung, die ihrerseits wieder Blätter entwickeln. Unter „Spross" versteht man den Stamm (oder jeden seiner Seitenzweige) sammt den ansitzenden Blättern. Der Zweig selbst ist entweder ein normaler Seitenzweig oder ein Adventivspross.

Die normalen Verzweigungen des Stammes sind, im Gegensatze zu denen der Wurzel, exogenen Ursprunges. Eine Ausnahme machen nur die Sprosse der Schachtelhalme, die (wie die Wurzelzweige) im Innern des Muttersprosses bereits in geringer Entfernung unterhalb des Vegetationskegels aus einer einzelnen Zelle entstehen, in welcher die ersten drei geneigten Wände bereits zur Bildung der Scheitelzelle (§ 101) des jungen Zweiges führen. Wie ein Wurzelzweig muss daher auch jeder Seitenspross eines Equisetum die über ihm liegende Rinde und Epidermis während seines späteren Wachsthums an der Basis eines Scheidenblattes durchbrechen.

128. Bei den Laubmoosen geht die Zweigbildung von einer einzigen oberflächlich gelegenen Zelle des Stämmchens, und zwar von dem durch die Blattwand (Fig. 42, a) und Basilarwand (Fig. 42, b) eingeschlossenen unteren, äusseren Stücke eines Segmentes aus. In dieser Zelle

entstehen nach einander drei schiefe Wände in der Weise, dass durch sie sofort die Scheitelzelle des Sprosses (Fig. 42, v') gebildet wird, in der dann, während sie nach aussen wächst, die weiteren Theilungen in der früher (§ 102) beschriebenen Reihenfolge auftreten. Die durch die ersten drei geneigten Wände von der den Spross bildenden Mutterzelle abgetrennten, die junge Scheitelzelle umgebenden Zellen (die ersten drei Segmente) theilen sich alsbald durch Tangentialwände weiter (Fig. 42) und nehmen an der Gewebebildung des Muttersprosses Antheil.

Fig. 42.



Die normale Zweigbildung der Gefässkryptogamen (mit Ausnahme von Equisetum — § 127) und Phanerogamen wird von einer ganzen Gruppe oberflächlich in der Achsel eines Blattes gelegener Zellen eingeleitet. Den Ausgangspunkt bilden Zellen der äussersten Periblemschicht (Elodea, Fig. 36, sp — Utricularia) oder auch tiefer gelegene Periblemzellen, welche durch radiale Streckung, der tangentiale Theilungen folgen, das Dermatogen emporwölben und so bald den jungen Seitenspross als niedrigen Zellenhöcker über der Stammoberfläche erscheinen lassen.

129. Die Entstehung normaler Seitensprosse ist, wie § 128 zeigt, an die Blattstellung gebunden. Bei den Laubmoosen entstehen sie unter der Mittellinie eines Blattes, bei vielen Lebermoosen neben einem Blatte, bei den Mono- und Dicotyledonen in der Achsel eines Blattes. In letzterem Falle steht der als Axillarspross bezeichnete Zweig meistens einzeln; seltener entwickeln sich in der Blattachsel mehrere Sprosse neben oder über einander (bei manchen Liliaceen in den Zwiebeln, Aristolochia Sipho, Gleditschia).

In Bezug auf die Zeit der Entstehung des Seitensprosses mit Rücksicht auf das Blatt, in dessen Achsel er sich findet, gilt als Regel, dass in den meisten Fällen der Axillarspross erst angelegt wird, wenn oberhalb

---

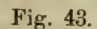
Fig. 42. Längsschnitt durch die Scheitelregion des Stämmchens von Fontinalis antipyretica (Vergr. 250) nach Leitgeb. v Scheitelzelle. 1—9 die von derselben abgegliederten Segmente einer Längsreihe. a Blattwand. b Basilarwand. c, d und e die weiteren Wände des blattbildenden Segmenttheiles in ihrer zeitlichen Aufeinanderfolge. v' die Scheitelzelle eines eben angelegten Seitensprosses. h Haar.

seines rasch weiterwachsenden Tragblattes bereits eine Anzahl anderer Blätter entstanden ist. In anderen Fällen wird der Axillarspross gleich nach dem Erscheinen des zugehörigen Blattes sichtbar, so dass über ihm keine jüngeren Blätter stehen (Blüthenstände von Orchis), oder beide entstehen gleichzeitig (Gramineen, Ribes etc.), oder der Axillarspross entsteht früher, als sein späteres Stützblatt (Umbelliferen, Anthemis etc), oder aber das letztere kommt überhaupt nicht mehr zur Entwickelung (viele Blüthenstände der Cruciferen, Umbelliferen, Compositen, Papilionaceen etc.).

Während des späteren Wachsthums der sich verzweigenden Axe und des Blattes, in dessen Achsel der Seitenzweig entstand, kann letzterer (besonders in Blüthenständen) sowohl ganz auf den Hauptzweig, als auch vollständig auf das Blatt hinüberrücken. Oder es verlängert sich die gemeinsame Basis von Blatt und Seitenzweig, so dass ersteres dem letzteren als erstes Blatt entsprossen zu sein scheint und ein Blatt an der Basis des Zweiges (ein sogenanntes Trag-, Stütz- oder Deckblatt) fehlt (Beispiel: der Blüthenstand der Linde mit seiner Bractee).

Mit dem Gewebe des Mutterzweiges stehen die entsprechenden Gewebesysteme des normalen Seitenzweiges in stetem Zusammenhange; die Epidermis des Hauptastes geht in die seines Zweiges, die Rinde des ersteren in die Rinde des letzteren ohne Unterbrechung über und die Fibrovasalstränge des Seitenzweiges schliessen vollständig an die des Mutterzweiges an (Fig. 43). Begründet ist dies dadurch, dass der normal sich entwickelnde Seitenzweig schon zu einer Zeit am Hauptzweige unterhalb des Vegetationskegels des letzteren angelegt wird, wenn in dem Gewebe desselben die Differenzirungen noch nicht begonnen haben oder eben erst beginnen.

130. In allen Fällen entstehen die normalen Seitenzweige in acropetaler Reihenfolge (Fig. 43). Dabei wächst einmal der sich verzweigende Spross in der bisherigen Richtung an seinem Scheitel fort und erzeugt unterhalb desselben weitere Seitenzweige, für die der Hauptspross das gemeinsame Fussstück (Podium) ist. Es wird daher ein solches Zweigsystem als Monopodium bezeichnet. Jeder Seitenzweig kann sich in derselben Weise weiter monopodial verzweigen.



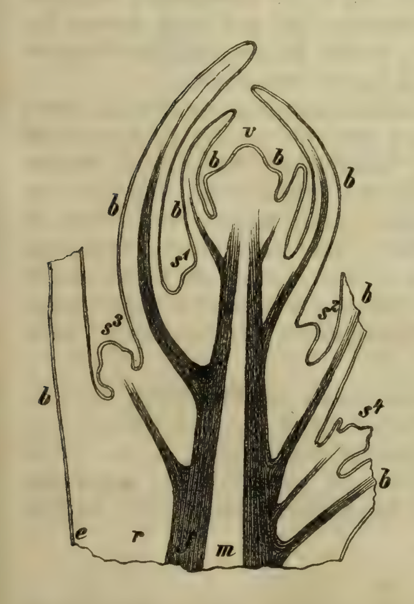
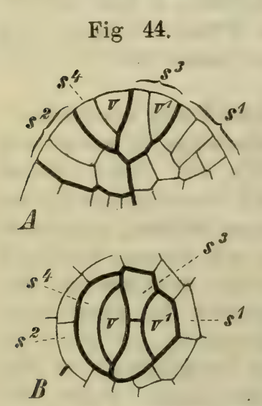


Fig. 43. Schematischer Längsschnitt durch den Stammscheitel einer Blüthenpflanze. v Vegetationskegel. b Blätter. s^1—s^4 Junge Seitensprosse, von denen die beiden untersten (ältesten) bereits wieder Blätter entwickeln. m Mark. f Fibrovasalbündel. r Rinde. e Epidermis.

In einem anderen Falle hört bei der Zweigbildung das Scheitelwachsthum in der ursprünglichen Richtung auf. Es entstehen zwei neue Vegetationspunkte neben einander, von denen jeder zu einem Zweige auswächst, dessen Wachsthumsrichtung eine von derjenigen des erzeugenden Muttersprosses verschiedene ist. Eine solche Verzweigung ist eine Gabelung oder Dichotomie. Jeder Zweig derselben wird als Gabelzweig, das die Gabelzweige tragende Axenstück als Fussstück bezeichnet. Jedes Fussstück kann sich nur einmal gabelig verzweigen, der Gabelzweig aber zum Fussstück einer neuen Gabelung werden (Fig. 45 a).

Findet die Dichotomie an einem mit Scheitelzelle wachsenden Sprosse statt, so können zwei Fälle der Gabelbildung eintreten. Einmal wird die bisherige Scheitelzelle durch eine der Längsaxe parallele Wand genau halbirt. Dies geschieht nur dann, wenn die Segmente in ihr durch Querwände abgeschnitten werden, wie etwa in Figur 32 des § 99. In jeder Scheitelzellenhälfte gliedert dann eine zur Längsaxe des Muttersprosses schiefe Wand, die jedoch die Halbirungswand der ursprünglichen Scheitelzelle nicht berührt, eine neue Scheitelzelle für jeden Gabelspross aus (manche Algen, z. B. Dictyota). Theilt sich dagegen die Scheitelzelle des dichotomirenden Sprosses durch nach zwei oder drei Richtungen geneigte Segmentwände (§§ 101, 102), so findet eine Halbirung derselben nicht statt. Es wird vielmehr aus einem der jüngeren Segmente (Fig. 44 A, Segment 3) eine neue Scheitelzelle für den Gabelspross durch eine geneigte Wand ausgeschnitten, welche sich der älteren Wand der betreffenden Segmentzelle ansetzt (Fig. 44 A). Beide Scheitelzellen, alte und neue, werden der Ausgangspunkt je eines Gabelzweiges, wobei die ursprüngliche Scheitelzelle ihre bisherige Wachsthumsrichtung ändert (Selaginella).

Fig 44.



Bei Vegetationskegeln ohne Scheitelzelle (Phanerogamen — § 104) tritt bei der Dichotomie im Centrum des lebhaftesten Wachsthums (Mittelpunkt des Scheitels) Stillstand ein. Dagegen entstehen ausserhalb dieser Region (excentrisch — rechts und links) zwei neue Stellen intensiven Wachsthums, zwei Zellenhöcker, die zu den beiden divergirenden Gabelsprossen werden (Hydrocharis, Vallisneria, Blüthenstände der Boragineen, Solaneen etc.).

Durch Ungleichheit im Wachsthum der verschiedenen Zweige eines Verzweigungssystemes kann die monopodiale Verzweigung in eine scheinbare Dichotomie, die letztere in ein monopodial erscheinendes Sprosssystem übergeführt werden.

Fig. 44. A Der eben dichotomirende Vegetationskegel einer Selaginella im Längsschnitt und B derselbe in der Scheitelansicht (nach Pfeffer — Vergr. 310). v die ursprüngliche Scheitelzelle; s^4 deren jüngstes Segment; s^3, s^2 und s^1 die älteren Segmente; v^1 die in dem Segmente s^3 durch Auftreten einer schiefen Wand neu gebildete Scheitelzelle für den Gabelspross.

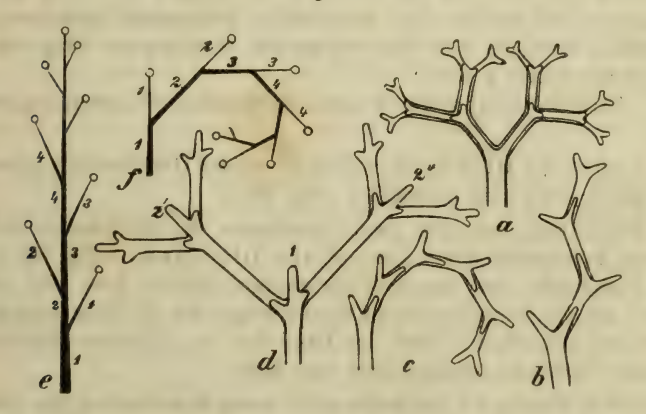
Es giebt daher nur die Entwickelungsgeschichte Aufschluss über die wahre Natur der Verzweigung.

131. Ein monopodiales Sprosssystem ist:

A. Racemös, wenn der von Anfang an stärkere Muttersspross auch späterhin sich stärker entwickelt, als die von ihm erzeugten Seitensprosse und diese ihrerseits bei weiterer Verzweigung sammt allen späteren Sprossgenerationen sich ebenso verhalten (Verzweigung vieler Nadelhölzer, z. B. der Fichte, Tanne u. s. w., der Schachtelhalme).

B. Cymös, wenn der Seitenspross sich stärker entwickelt, als sein Muttersspross und sich auch stärker verzweigt, während letzterer häufig bald ganz zu wachsen aufhört.

Fig. 45.



a. In den hierher zu rechnenden Fällen können zunächst zwei unterhalb des Vegetationskegels in geringer Entfernung von einander acropetal angelegte Seitensprosse sich annähernd gleich stark weiter entwickeln und den schwach bleibenden Mutterzweig im Wachsthum überholen. Es entsteht dann eine falsche Dichotomie (Fig. 45 d). Jeder der scheinbaren Gabeläste derselben kann in gleicher Weise die Verzweigung wiederholen (Fig. 45 d: 2′ und 2″) und so fort. Bei Blüthenständen kommen derartige als Dichasien bezeichnete Verzweigungen häufig vor (§ 133 Nr. 12). Entwickelt sich statt zweier scheinbar gegenüberstehender Aeste ein ganzer Wirtel solcher in gleicher Weise einmal oder wiederholt stärker, als die zugehörige Hauptaxe, so entsteht die cymöse Dolde (bei Euphorbia).

b. Wird an dem sich verzweigenden, seinen Stammscheitel nach Anlage des Seitenzweiges gar nicht oder nur schwach weiter entwickelnden Muttersspross je nur ein Seitenzweig stärker ausgebildet und an diesem

---

Fig. 45. Schematische Darstellung verschiedener Verzweigungen: a gabelig ausgebildete, b wickelähnliche, c schraubelähnliche und d falsche Dichotomie; e Wickel; f Schraubel. Die gleichlautenden Zahlen geben in den Figuren e und f die zusammengehörigen Axenstücke an; 1 1 ist also der Hauptspross, an dem der Seitenspross 2—2 entstand, welcher das über ihm stehende, schwächer bleibende Axenende von 1 im Wachsthum überholte und sich selber dann in gleicher Weise weiter verzweigte. (Nach Sachs.)

die Verzweigung in gleicher Weise fortgesetzt, so entsteht aus den auf einander folgenden stärkeren Seitenaxenstücken eine Scheinaxe oder ein Sympodium. Die Glieder derselben erscheinen bald zickzackförmig gebrochen, wenn sie die ursprüngliche Richtung der entsprechenden Seitenzweige beibehalten (Fig. 45 f), bald stellen sie sich in eine Linie (Fig. 45 e). In letzterem Falle ist die Aehnlichkeit mit einem normal monopodial ausgebildeten Sprosssysteme, wie es typisch als racemöses auftritt, noch grösser, als im ersteren: die (in der Figur stärker gezeichneten) Glieder der Scheinaxe bilden scheinbar die Hauptaxe, die verkümmerten (in der Figur durch die schwächeren Linien angegebenen) Endstücke die vermeintlichen Seitenzweige. Wird bei dieser sympodialen Verzweigung abwechselnd ein Seitenzweig rechts, ein darauf folgender nach links stärker entwickelt, so entsteht das als Wickel bezeichnete System (Fig. 45 e); liegt dagegen der stärker zur Ausbildung gelangende Seitenzweig stets auf derselben Seite, so wird eine sogenannte Schraubel (Fig. 45 f) gebildet. (Siehe weiter § 133.)

132. Auch die Dichotomie kann verschiedene Verzweigungssysteme liefern:

A. Gabelige Dichotomie lässt die beiden Gabelzweige jedes Fussstückes gleich stark sich entwickeln (Fig. 45 a).

B. Bildet sich von den zwei Gabelästen der Dichotomie nur einer weiter aus, so entsteht eine sympodiale Dichotomie (Fig. 45 b, c).

Die Fussstücke der einzelnen Gabelungen bilden dann eine stärkere Scheinaxe, an der die schwächeren Gabelzweige wie die Seitenzweige eines Monopodiums erscheinen. Nach der Lage der zur stärkeren Entwickelung kommenden Gabeläste unterscheidet man hier:

a, wickelähnliche Dichotomie, wenn abwechselnd der linke und rechte Gabelast sich weiter ausbilden (Fig. 45 b), wie bei der Verzweigung von Selaginella;

b, schraubelähnliche Dichotomie, wenn stets nur der rechts oder nur der links gelegene Gabelast die Glieder der Scheinaxe bildet (Fig. 45 c).

133. Sehr charakteristisch finden sich die in §§ 131 und 132 aufgezählten Sprosssysteme in den Blüthenständen (Inflorescenzen) der Phanerogamen, deren wichtigste hier in einer Uebersicht folgen, bei der jedoch zu berücksichtigen ist, dass innerhalb mancher (zusammengesetzter) Blüthenstände mehrere dieser Typen in Verbindung auftreten.

A. **Racemöse Inflorescenzen** (Vgl. § 131, A).

a. Aehrige Blüthenstände: Seitenaxen erster Ordnung sich nicht weiter verzweigend, sondern mit Blüthe endigend.

α. Hauptaxe verlängert.

1. Blüthen an einer dünnen Spindel sitzend: Aehre (spica) — Kätzchen der Weiden, Pappeln etc.
2. Blüthen an dicker fleischiger Spindel sitzend: Kolben (spadix) — Aroideen.
3. Blüthen lang gestielt: Traube (racemus) — viele Cruciferen, Reseda etc.

β. Hauptaxe kurz.

4. Axe kegel-, scheiben- oder napfförmig, mit sitzenden Blüthen dicht besetzt: Köpfchen (capitulum) — Compositen.

5. Blüthen lang-gestielt: einfache Dolde (umbellula) — Primula, Hedera.

b. Rispige Blüthenstände mit (oft wiederholt) verzweigten Seitenaxen.

α. Mit verlängerten Seitenaxen.

6. Blüthen länger gestielt: echte Rispe (panicula, zusammengesetzte Traube) — Vitis. Ist die Rispe sehr gedrängt, so heisst sie auch Strauss (thyrsus).

7. Blüthen sitzend: aus Aehren zusammengesetzte Rispe (zusammengesetzte Aehre) — Veratrum, Secale, Triticum.

β. Mit verkürzten Seitenaxen.

8. Die kurzen Seitenzweige mit ihren Blüthen sind der Hauptaxe mehr oder weniger angedrückt: zusammengezogene ährenförmige Rispe — Alopecurus, Phleum.

9. Aus einer sehr verkürzten Hauptaxe entspringt eine dichtgedrängte Rosette gestielter kleiner Dolden: zusammengesetzte Dolde (umbella) — die meisten Umbelliferen.

B. **Cymöse Inflorescenzen** (Vgl. § 131, B). Unter der ersten (an der Spitze der kurz bleibenden Hauptaxe stehenden) Blüthe entstehen ein oder mehrere Seitenzweige (subflorale Sprosse), die unter ihrer mit Blüthe abschliessenden Axe wieder einen oder auch mehrere subflorale Sprosse entwickeln, die in derselben Weise die Verzweigung wiederholen.

a. Ohne Scheinaxe (Vgl. § 131, B, a); unter jeder Blüthe zwei oder mehr subflorale Sprosse.

10. Subflorale Sprosse in unbestimmter Zahl und von ungleicher Länge, so dass der Blüthenstand keinen bestimmten Gesammtumriss erhält: Spirre (anthela) — viele Arten von Juncus.

11. Die subfloralen gleich lang entwickelten Sprosse stehen zu drei oder mehr im Quirl, der Blüthenstand ist einer zusammengesetzten Dolde ähnlich: cymöse Dolde — Euphorbia helioscopia u. A. (Vgl. § 131, B, a).

12. Die subfloralen Sprosse stehen je zu zweien gegenüber oder fast gegenüber; der Blüthenstand ist scheinbar wiederholt dichotom (§ 131, A, a — Fig. 45 d): Dichasium — viele Sileneen.

b. Mit Scheinaxe (Vgl. § 131, B, b). Unter jeder Blüthe wird nur ein subfloraler Spross erzeugt.

13. Die subfloralen Sprosse werden abwechselnd nach rechts und links stärker entwickelt, als die zugehörigen mit Blüthe abschliessenden Hauptaxen: Wickel (cicinnus) — Drosera, Helianthemum (Schema Fig. 45 e). Wickelartig erscheinen auch die echt dichotom nach dem Schema der Fig. 45 b angelegten Blüthenstände vieler Boragineen und Solaneen.

14. Die subfloralen Seitensprosse nur nach einer Seite hin (entweder nur nach rechts oder nur nach links) stärker entwickelt: Schraubel (bostryx) — Aeste des Blüthenstandes von Hemerocallis und Hypericum perforatum. (Vgl. § 131, B, b — Fig. 45f).

134. In den meisten Fällen ist die die Blätter tragende Axe cylin-

drisch oder prismatisch (kantig) und dabei gestreckt; die blatttragenden Knoten sind durch deutlich ausgebildete, meistens längere Internodien von einander getrennt, deren Wachsthum intercalar so lange erfolgt, bis ihre Gewebe in Dauergewebe übergegangen sind. Gewöhnlich ist dieses sehr bald der Fall; manchmal aber bleibt der untere Theil eines Internodiums noch lange entwickelungsfähig, während der obere Theil sein Wachsthum bereits eingestellt hat, so dass dann von unten her eine oft beträchtliche Längenzunahme erfolgt (Gräser, Schachtelhalme). In diesem Falle sind die mechanisch schwächeren Stellen (§ 91) des Internodiums durch stärkere Blattscheiden (Gräser) oder durch die scheidenförmigen Blätter selbst (Schachtelhalme) gestützt.

Bleiben die Internodien eines Sprosses kurz und sind in Folge dessen die Blätter desselben so dicht gestellt, dass die unteren (äusseren) die oberen (inneren) theilweise oder ganz verdecken, so erhält er ein oft sehr verändertes Aussehen, besonders dann, wenn er gleichzeitig eigenthümlich umgestaltete Blätter trägt. Derartige metamorphosirte Sprosse sind die Knospen. Als Endknospen eines wachsenden Stammes oder Zweiges bezeichnet man sie während der Vegetationsperiode, wenn der Knospenzustand für das betreffende Axenstück kurz vorübergehend ist, wenn untere Internodien sich fortwährend durch intercalares Wachsthum strecken und ihre zugehörigen Blätter aus einander rücken lassen, während am Stammscheitel durch Zufügung neuer (junger) Internodien und Blätter die Endknospe sich stetig verjüngt. Winterknospen (gewöhnlich kurzweg als Knospen bezeichnet) sind sie, wenn sie nach einer Ruhezeit erst in einer folgenden Vegetationsperiode sich durch Wachsthum zum gewöhnlichen Spross verlängern (Knospen unserer Holzpflanzen, Knospen ausdauernder Rhizome, Winterknospen vieler Wasserpflanzen, z. B. von Elodea — etc.). Meistens sind die untersten Blätter einer solchen Winterknospe (z. B. bei der Mehrzahl der Holzpflanzen) Schuppen- oder Niederblätter (§ 145) von oft eigenthümlichem Charakter, der sie in den Stand setzt, die im Inneren folgenden Anlagen jugendlicher Laubblätter sammt dem Vegetationskegel wirksam gegen Kälte und Nässe zu schützen. Neben derber meist lederiger Beschaffenheit sind noch Behaarung und Ausscheidung kleberiger Stoffe (§ 78) hier als derartige Schutzmittel zu erwähnen.

Häufig lösen sich Knospen von ihrem Muttersprosse los, bewurzeln sich und werden zu selbständigen Pflanzen. Derartige Sprosse werden als Brutknospen bezeichnet. Axillär entwickeln sie sich bei Lilium bulbiferum am blühenden Spross, bei vielen Zwiebeln der Liliaceen und in den Blüthenständen mancher Allium-Arten. Aber auch auf Blättern und Blattstielen können sie als sogenannte blattbürtige Brutknospen aus oberflächlich gelegenen Zellengruppen entstehen: Brutknospen vieler Farne (Aspidium Filix mas, Asplenium bulbiferum etc.), von Bryophyllum calycinum u. s. w. Diese bewurzeln sich schon, wenn sie noch mit dem Mutterblatte in Verbindung stehen und lösen sich später ab oder werden durch Verwesung des Mutterblattes frei.

Auch bei der Zwiebel sind die Internodien kurz, die Axe ist flach, fast scheibenförmig und im Verhältniss zu den meist dick-fleischigen und dicht gedrängten Niederblättern (Zwiebelschuppen) wenig entwickelt (Allium, Lilium, Fritillaria, Tulipa etc.).

135. Sprosse, deren Blätter sehr klein und schuppenförmig bleiben, während sie selbst als dicke fleischige Gebilde sich entwickeln, heissen Knollen (Kartoffel). Als blattartige Sprosse dagegen werden solche bezeichnet, die sich flach und in der Form den gewöhnlichen Blättern ähnlich entwickeln (Ruscus, Mühlenbeckia, Xylophylla etc.). Sie vertreten als sehr chlorophyllreiche Organe die meist kümmerlich ausgebildeten, kleinen, oft häutigen Schuppenblätter dieser Pflanzen.

Schlingende oder windende Stengel nennt man die im Verhältniss zu ihrer Länge dünnen Axen, welche normal ausgebildete Blätter tragen und sich um Stützen (andere Pflanzen z. B.) aufsteigend emporzuwinden vermögen (Convolvulus, Phaseolus, Humulus). Vgl § 246 u. 247.

Die Stammranken sind dagegen dünne, fadenförmige, höchstens mit kleinen Schuppenblättern besetzte Sprosse, welche sich um fremde Körper spiralig winden, wenn sie durch deren Berührung gereizt werden (Vitis, Ampelopis, Passiflora). Vgl. § 248 u. 249.

Bei den Dornen spitzt sich der erhärtende Zweig scharf zu, wobei entweder von Anfang an die Laubblätter in der Entwickelung unterdrückt (Gleditschia ferox) oder dieselben erst später abgeworfen werden (Prunus spinosa).

Unterirdisch und gewöhnlich horizontal fortwachsende, ausdauernde Axen, welche in jeder Vegetationsperiode beblätterte Zweige oder auch nur Blätter über die Erde senden, während sie selbst sammt ihren unterirdischen Verzweigungen nur mit schuppigen Niederblättern besetzt sind, heissen Rhizome (Pteris aquilina, Iris, Convallaria etc.). Dagegen werden dünne, mit Schuppenblättern versehene Seitensprosse einer Axe, welche horizontal auf oder unter der Erde hinwachsen, um sich in oft bedeutender Entfernung von der Mutteraxe zu bewurzeln und einen neuen Laubspross (Tochterpflanze) zu erzeugen, als Ausläufer oder Stolonen bezeichnet (Erdbeere).

136. Auch die Blüthe ist ein metamorphosirter beblätterter Spross, der in der verschiedenartigsten Weise ausgebildet sein kann und im unentwickelten Zustande ebenfalls als Knospe (§ 134) bezeichnet wird. Hier ist die Axe meistens sehr verkürzt und die Internodien zwischen den verschiedenen Blattkreisen sind kaum sichtbar. Häufig ist auch das blüthentragende Axenstück metamorphosirt. Bei den Compositen verbreitert es sich zu dem kegel-, scheiben- oder gar napfförmigen Blüthenboden, auf dem sich die zahlreichen Blüthen des Köpfchens entwickeln. Bei der Bildung der fälschlich als Frucht bezeichneten Feige wird der anfänglich fast scheibenförmige Scheitel des Sprosses von einer sich in Folge rascheren Wachsthums an seinem Rande als Ringwulst erhebenden Gewebezone so überwallt, dass diese endlich urnenartig mit enger Oeffnung zusammenschliesst. Am Rande dieser Oeffnung sitzen dann die kleinen schuppenförmigen Blätter; auf der Innenfläche der Urne kommen die zahlreichen kleinen Blüthen zur Entwickelung. Die urnenartige, bei ihrer Reife als „Hagebutte" bekannte Bildung der Rosenblüthe ist ebenfalls das hohl gewordene Axenende, das sich nach Anlage der fünf Kelchblätter in ähnlicher Weise wie bei der Feige erhebt und Kelch, Blumenkrone und Staubgefässe an seinem Rande mit emporträgt, während die zahlreichen Fruchtknoten im Grunde der Höhlung stehen.

Aehnliche Vorgänge finden bei der Bildung unterständiger Fruchtkno-

ten (z. B. bei den Compositen) statt, die gelegentlich der Blüthenentwickelung der Angiospermen (siehe dort) besprochen werden sollen.

137. Als eigene Sprossbildung sind endlich noch die Adventivsprosse zu erwähnen, die als Adventivknospen endogenen Ursprunges sind, im Cambium oder in der Nähe der Gefässbündel an der Aussenseite derselben entstehen und später die Rinde durchbrechen. Derartige Adventivknospen entwickeln sich ganz besonders in Stämmen (Linde, Weide, Pappel u. s. w.), zumal wenn diese ihrer Krone beraubt (geköpft) oder über der Wurzel abgehauen wurden (Stockausschlag). Aber auch in Wurzeln (Ophioglossum, Populus tremula, Pyrus malus) und aus abgeschnittenen Blättern (Begonia, Marattia etc.) entwickeln sich Adventivknospen, besonders wenn solche Blätter feucht liegen.

In manchen Fällen sind die zu Zweigen sich entwickelnden scheinbaren Adventivknospen älterer Stämme unserer Bäume keine Adventivknospen, sondern sogenannte „schlafende Knospen“ oder „Augen“, d. h. normal axillär angelegte Knospen, welche sich indessen nicht sofort weiter entwickelten, sondern von der Rinde des Stammes beim Dickenwachsthum desselben überwallt und eingeschlossen wurden. Solche Knospen kommen oft sehr spät noch zur Entwickelung des Sprosses, besonders dann, wenn der Stamm über ihnen weggenommen wird.

4. Die Blätter.

138. Die Blätter entstehen unterhalb des fortwachsenden Stammscheitels als seitliche Auswüchse in acropetaler Reihenfolge, entweder einzeln, oder zwei und mehr in gleicher Höhe (im Quirle). Letzteres ist besonders bei Blüthen der Fall, bei denen auch zwischen schon vorhandenen älteren Blättern jüngere Blätter gebildet werden können, wenn das Scheitelwachsthum aufhört, aber in einer Querzone unterhalb des Scheitels fortdauert, ein Fall, der bei den gewöhnlichen beblätterten Sprossen der Gefässpflanzen niemals vorkommt.

Die Blätter sind ferner immer exogene Bildungen. Sie gehen aus oberflächlich gelegenen Zellen des Urmeristems hervor; sie entstehen daher auch unmittelbar unter dem Scheitel oder doch in verhältnissmässig geringer Entfernung von demselben, nie an Orten, wo das Gewebe bereits vollständig differenzirt ist.

139. Bei den Moosen wird jedes Blatt bereits im jüngsten Segmente der Scheitelzelle angelegt, das sich mit seiner Aussenwand leicht emporwölbt (Fig. 34 in § 102, Segment 1). Durch eine als Blattwand (Fig. 34, a) bezeichnete, ziemlich tangentiale Wand wird dann (bei Fontinalis z. B.) dieser äussere (Blatt-) Theil des Segmentes von dem inneren (Stengel-) Theile desselben abgegrenzt. Die weiteren Theilungen im Segmente und dessen Tochterzellen wurden bereits im § 102 erläutert. Die in der Blattfläche auftretende, durch abwechselnd rechts und links geneigte Wände sich theilende Scheitelzelle erzeugt zuerst zwei Reihen von Blattsegmenten, hört aber dann bald in ihrer Thätigkeit auf. Das Spitzenwachsthum des Blattes ist also ein begrenztes. Die Bildung des aus den sich weiter theilenden Segmenten hervorgehenden Gewebes schreitet von der Blattspitze aus nach der Basis des Blattes (basipetal) fort; in letzterer erlischt das Wachsthum desselben am spätesten.

Die Blätter der Phanerogamen zeigen sich bei ihrem ersten Sichtbarwerden bereits als eine kleine Zellengruppe (Fig. 46, f^1-f^6; vergl. auch Fig. 43 im § 130). Ihre Bildung geht vom Periblem aus. In diesem strecken sich an dem für die Blattanlage bestimmten Orte eine oder mehrere Zellen gewöhnlich der äussersten Schicht (Fig. 46, p unter f^1; p′ und p″ unter f^2

Fig. 46.

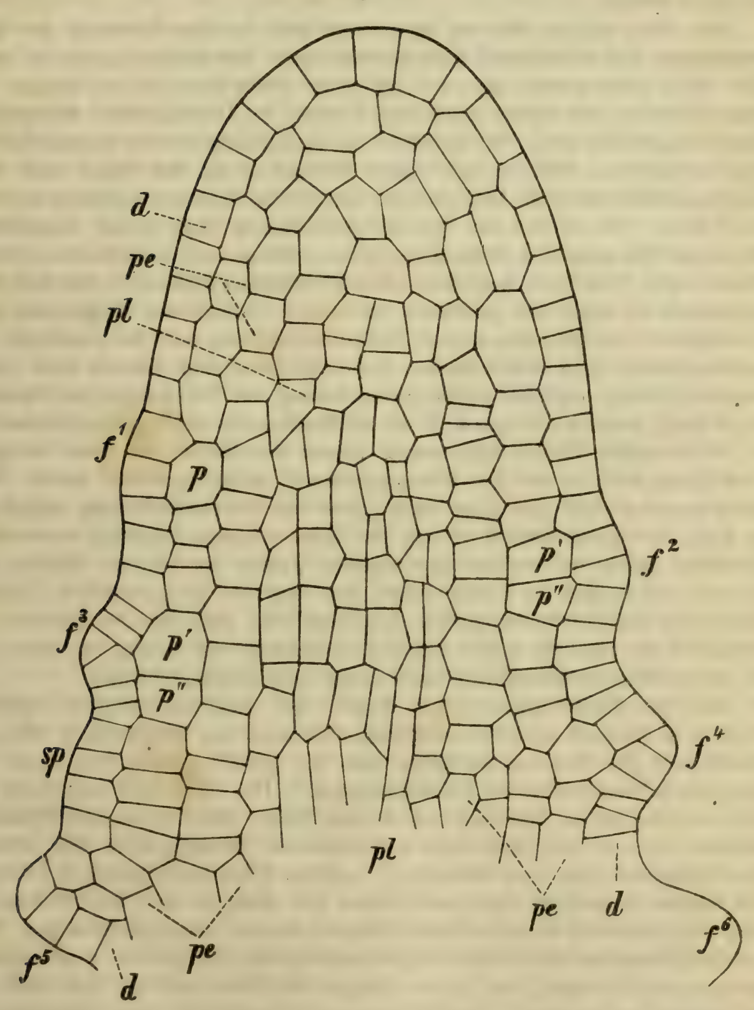


Fig. 46. Vegetationskegel von Elodea canadensis, optischer Längsschnitt (Vergr. 500). d Dermatogen. pe Periblem. pl Plerom. p, p′, p″ die als Einleitung zur Blattbildung sich radial streckenden Periblemzellen. f^1—f^6 die am Längsschnitt sichtbaren jungen, in acropetaler Reihenfolge entstandenen Blätter. sp ein in der Achsel des Blattes f^5 sich entwickelnder, eben angelegter Seitenspross.

und f^3) senkrecht zur Stammoberfläche und wölben das über ihnen liegende Dermatogen erst schwach (Fig. 46, f^1), dann immer stärker (Fig. 46, $f^2 - f^6$) empor, je mehr sie sich selbst durch bald auftretende Tangential- und Radialwände theilen. Das dem Wachsthum des Periblems folgende Dermatogen vermehrt seine Zellen ebenfalls durch radiale Theilungen. Die bei den jungen Blättern der Farne beobachtete Scheitelzelle hat eine sehr beschränkte Dauer.

140. Wie bei den Moosen, so erlischt auch bei der Mehrzahl der Gefässpflanzen das anfängliche Scheitelwachsthum des Blattes meistens sehr bald. Das Blatt wächst dann nur an seiner Basis fort, um so länger, je früher seine an der Spitze gelegenen Gewebe in Dauergewebe übergehen (Gräser, Liliaceen etc.). Wo indessen ein länger andauerndes Spitzenwachsthum vorherrscht, hört das intercalare Wachsthum an der Basis bald auf. Einen bemerkenswerthen Ausnahmefall mit reinem Spitzenwachsthum machen die Farne. Bei diesen ist die schneckenförmig nach vorne eingerollte Blattspitze bei manchen Gattungen nahezu unbegrenzt entwickelungsfähig (Nephrolepis, Gleichenia, Lygodium, manche Hymenophyllaceen). Das Spitzenwachsthum ist sogar bei gewissen Gattungen (Gleichenia, Lygodium, gewisse Hymenophyllum-Arten) periodisch unterbrochen und die einzelnen auf mehrere Jahre sich vertheilenden Vegetationsperioden machen sich dann manchmal durch ungleich starke Entwickelung der Verzweigungen (Fiedern des Blattes) bemerkbar, wie z. B. oft bei Nephrolepis und Hymenophyllaceen.

Bei manchen Farnen gebrauchen ferner die Blätter zu ihrer völligen Ausbildung, ehe sie aus den Knospenzustand treten, mehrere Jahre. Bei Pteris aquilina wird das Blatt zwei Jahre vor seiner Entfaltung angelegt. Zu Ende des ersten Jahres ist nur der etwa zolllange Blattstiel vorhanden, an dessen Spitze im Sommer des zweiten Jahres die winzige Spreite erscheint, welche sich im dritten Jahre erst über der Erde entfaltet. Aehnlich ist die Blattentwickelung bei Aspidium Filix mas, und bei Botrychium gebraucht ein Blatt zu seiner völligen Entfaltung vier Jahre, von denen es die ersten drei im Knospenzustande unter dem Boden zubringt.

141. Da die Blätter an einer Region des Vegetationskegels angelegt werden, in welcher noch keine Gewebedifferenzirung stattfindet (§ 138), so stehen auch die Gewebe derselben mit den gleichnamigen Geweben des Stammes in unmittelbarem Zusammenhange. Die Epidermis des letzteren geht unmittelbar in diejenige des Blattes über, die Rinde des Stammes schliesst sich an das derselben entsprechende Grundgewebe des Blattes (das Blattparenchym oder Mesophyll) und die Fibrovasalstränge des Blattes (die Nerven desselben) legen sich denen des Stengels an. Die Differenzirung der einzelnen Gewebe beider Organe beginnt dann gleichzeitig. Namentlich entstehen die zu den Fibrovasalbündeln werdenden Procambiumstränge des Pleroms (§ 106) in der Gegend der Blattbasis so, dass sich die des Blattes an diejenigen des Stengels sofort anlehnen, dass die späteren Gefässbündel des Blattes als die unmittelbare Fortsetzung derjenigen des Stammes erscheinen. Oder es vereinigen sich bei gesondertem Ursprunge (Equisetum, Lycopodium) die Procambiumstränge des jungen Blattes zeitig in der Weise mit den jugendlichen Gefässbündeln des Stammes, dass auch hier später der gleiche Zusammenhang existirt. In beiden Fällen werden diese Gefässbündel als gemeinsame Stränge, ihre im Stamme ver-

laufenden Theile als Blattspuren bezeichnet, während man die nur im Stamme verlaufenden Fibrovasalbündel (Piperaceen, Menispermaceen etc.) stammeigene Stränge nennt.

Es ist daher anatomisch keine Grenze zwischen Blattbasis und Stammumfang zu ziehen. Aus Bequemlichkeitsrücksichten nimmt man jedoch (auch für die normalen Seitensprosse) eine solche Grenze an, indem man sich die Oberfläche des Muttersprosses durch die Basis des Blattes fortgesetzt denkt und den Durchschnitt als Insertionsfläche bezeichnet.

142. Bei den Moosen, bei denen zum ersten Male Blätter im engeren Sinne des Wortes auftreten, ist der Bau derselben sehr einfach. Das Blatt der Lebermoose besteht nur aus einer einfachen Zellenlage ohne Spaltöffnungen und Nerven. Auch die Blattspreite der Laubmoose ist ihrer grössten Ausdehnung nach einschichtig, wird aber in der Mittellinie von einem mehrschichtigen Zellenstrange durchzogen, der hier schon als Mittelnerv bezeichnet wird, aber keine Gefässe besitzt (§ 97). Den Laubmoosblättern ähnlich gebaute Blätter kommen unter den niedrigst organisirten Farnen bei den meisten Hymenophyllaceen vor. Erst die Blätter der übrigen Gefässkryptogamen und die der Phanerogamen lassen eine Epidermis der Ober- und Unterseite des Blattes erkennen und ein zwischen beiden gelegenes Grundgewebe (Blattparenchym, Mesophyll), das von stärkeren und schwächeren Fibrovasalbündeln, den Blattnerven, durchzogen wird. Die Anordnung der letzteren ist je nach Grösse und Form des Blattes eine verschiedene, lässt jedoch meistens einen stärkeren, von der Basis zur Spitze der Spreite verlaufenden Mittelnerven und von diesem ausgehende stärkere, den Theilungen des Blattes entsprechende Seitennerven mit ihren feineren Verzweigungen unterscheiden. Die stärkeren Nerven des Blattes sind häufig von einer vom gewöhnlichen Mesophyll verschiedenen Parenchymlage umgeben.

143. Da die Blätter in den meisten Fällen rasch nach einander angelegt werden und auch rascher in die Länge wachsen, als der sie entwickelnde Zweig — da ferner ihre Unterseite (Rückenseite) anfänglich stärker wächst, als die Oberseite (Innenseite), so legen sie sich bald über den Stammscheitel fort und bilden mit diesem die Endknospe (§ 134), deren Blätter sich erst später nach der Reihenfolge ihres Alters von unten nach oben auseinanderschlagen (§ 243). In diesem Falle, noch mehr aber bei Knospen, welche längere Zeit geschlossen bleiben (Laub- und Blüthenknospen), kann die gegenseitige Lage der Blätter der Knospe (Knospendeckung), sowie die Form des mehr oder weniger auch bereits in der engen Knospe in die Breite wachsenden einzelnen Blattes (Knospenlage), eine sehr verschiedene sein. Derartige oft für manche Gattungen charakteristische Knospendeckungen und Knospenlagen werden in der Systematik häufig als wichtige Unterscheidungsmerkmale benutzt.

144. Der zur Zeit seiner Anlage bei allen Blattformen der Gefässpflanzen nahezu gleich gestaltete Zellhöcker nimmt während seiner weiteren Entwickelung die verschiedensten Formen an, welche die fast unendliche Mannigfaltigkeit der Blattgebilde bedingen. Immer ist dabei die Gestalt des Blattes eine andere, als die des zugehörigen Sprosses, auch in den Fällen, in welchen letzterer die Form gewisser Laubblätter nachahmt (§ 135).

Gewöhnlich bleibt ein unterer Theil des Blattes schmal (der cylindrische

oder prismatische Blattstiel), während die obere Region (die Blattspreite) sich flach ausbreitet. In anderen Fällen ist das Blatt ohne Stiel mit breiterer aber flacher Basis dem Stamme angeheftet, oder diese umgreift letzteren an einem Theile oder seinem ganzen Umfange mit einer Scheide, wie dasselbe auch beim Blattstiele häufig vorkommt. Bei Equisetum ist das Blatt selbst in Form einer geschlossenen, am Rande gezähnten Scheide vorhanden. Die Spreite der Blätter bleibt bald einfach; bald verzweigt sie sich mehr oder weniger vollständig, letzteres bei verschieden gebuchteten und gelappten, ersteres bei gefiederten, gefingerten Blättern u. s. w. Die Blattzweige können sich wieder verzweigen (z. B. bei doppeltgefiederten Blättern). Die Verzweigungen des Blattes werden meistens acropetal angelegt, seltener basipetal, wie bei den kammförmig gefiederten Blättern von Myriophyllum. Die Zweigsysteme entsprechen dabei denjenigen der Stämme (§ 131, 132).

Monopodial verzweigt sind z B. die gelappten und gefiederten Laubblätter der Mono- und Dicotyledonen. Gewöhnlich sind diese Verzweigungen racemös, oft aber auch cymös (vergl. § 131), in letzterem Falle manchmal sogar unter Bildung von Sympodien, wie bei den Blättern von Rubus, Helleborus und manchen Aroideen. Unter letzteren z. B. stellt Amorphophallus ein Dichasium dar, dessen Seitensprosse Schraubeln snd.

Auf Dichotomie beruht die Verzweigung der Blätter bei den Farnen, wobei jedoch die weitere Entwickelung ein wickelariges System hervorruft, bei dem die Mittelrippe das Sympodium darstellt die Lappen oder Fiedern den schwächer gebliebenen Gabelästen entsprechen. Auf eine schraubelähnliche Dichotomie dürften vielleicht die Blätter von Adiantum pedatum und verwandten Arten zurückführbar sein.

145. Als besondere Blattformationen werden an der Pflanze gewöhnlich die Laubblätter, Niederblätter, Hochblätter und die verschiedenen Blattkreise der Blüthe unterschieden

Die Laubblätter sind die gewöhnlich schlechthin als Blätter bezeichneten, grösseren, vielfacher gegliederten, durch reicheren Chlorophyllgehalt, complicirtere Gewebebildung und meist längere Lebensdauer ausgezeichneten Blattorgane der Axe, die gewöhnlich um so zahlreicher sind, je weniger ihre Spreite in die Fläche sich ausdehnt.

Nebenblätter sind die untersten, meist paarweise vorhandenen Seitenzweige des Blattes an dessen Insertion. Sie wachsen viel rascher als das Hauptblatt, decken daher das Blatt in der Knospe in sehr verschiedener Weise.

Nieder- oder Schuppenblätter unterscheiden sich von den Laubblättern durch ihre meist sehr bedeutend geringere Flächenentwickelung, das stete Fehlen des Blattstieles und der Verzweigung der Spreite, den meist einfacheren Bau und geringeren Chlorophyllgehalt oder vollständiges Fehlen des Chlorophylls. Sie kommen meistens an unterirdischen Axen (Rhizomen, Knollen) vor; an oberirdischen Stämmen, sowie an den Winterknospen unserer Holzpflanzen (Knospenschuppen) gehen sie den gewöhnlichen Laubblättern in der unteren Region des Stengels vorauf, werden sehr häufig bald abgeworfen, sind übrigens bei manchen Pflanzen durch Uebergangsformen mit den Laubblättern verbunden. Oft wechseln sie mit Laubblättern regelmässig ab (Cycas) und in anderen Fällen sind sie wieder die einzigen Blattorgane des Stengels (Humusbewohner und Parasiten, wie

Neottia, Orobanche, Monotropa etc.). Die Keimblätter oder Cotyledonen sind die ersten eigenthümlich gestalteten Niederblätter der Pflanze.

Die Hochblätter, welche den Laubblättern folgend gewöhnlich in der Blüthenregion des Stengels (als Tragblätter, Stützblätter oder Bracteen der Infloreseenzzweige oder an diesen selbst) entwickelt werden, gleichen in Form, Grösse u. s. w. meistens den Niederblättern. Häufig sind sie durch eigenthümliche Färbung (blau bei Melampyrum nemorosum, grünlichweiss bei manchen Formen derselben Art, roth bei Melampyrum arvense etc.), sowie besondere Form ausgezeichnet.

Als weitere Blattformationen müssen Kelch, Blumenblätter, Staubgefässe und Fruchtblätter der Blüthe bezeichnet werden, welche bei der Besprechung der Blüthenentwickelung (im vierten Abschnitte) berücksichtigt werden sollen. Manche Blüthenblätter zeichnen sich dadurch aus, dass bei ihnen das intercalare Wachsthum an einer Stelle lange fortdauert, um von hier aus radienförmig abzunehmen. Es bilden sich dann sack- oder spornartige Ausstülpungen, wie in den Blüthen von Viola, Linaria, Aquilegia, Delphinium, Impatiens etc.

Blattranken nennt man fadenförmige Blätter oder Theile eines Blattes (wie bei der Erbse, Wicke u. s. w.), welche sich wie die Stammranken um andere Körper schlingen und so als Kletterorgane dienen können (§ 248). Blattdornen heissen dagegen zu harten, verholzten, stechenden Körpern umgebildete Nebenblätter (Robinia, Acacia-Arten, Xanthium etc.) oder ganze Blätter (bei Berberis an den Hauptzweigen).

Der häutige Auswuchs (Blatthäutchen, ligula) an der Grenze zwischen Spreite und Scheide auf der Oberseite vieler Grasblätter, die ähnlichen Gebilde der Blattbasis von Selaginella und Isoëtes, der Blumenblätter vieler Sileneen, die sogenannte Nebenkrone von Narcissus etc. werden als Ligulargebilde bezeichnet.

146. Die Blätter eines Sprosses stehen am Umfange desselben in einer grossen Anzahl von Fällen nach bestimmter Regel geordnet. Sie stehen entweder zu zweien oder mehr im Quirl oder vereinzelt (zerstreut). Beispiele für mehrere Blätter im Wirtel bieten unter unseren einheimischen Pflanzen die Gattungen Galium, Asperula, Paris, Myriophyllum, Hippuris etc. Stehen hier die Blätter zweier Quirle so, dass je ein Blatt des einen Wirtels zwischen zwei Blätter des nächst oberen oder unteren fällt, so sind die Quirle alternirend. Liegen dagegen die Blattinsertionen des einen Quirles genau über denjenigen des nächst unteren, so bezeichnet man die Wirtel als superponirt. Zweiblätterige Quirle, deren Blätter also opponirte sind, besitzen die Labiaten, die meisten Scrophularineen u. s. w. Alterniren hier die Wirtel, so heissen sie decussirt; die Medianen, d. h. die Ebenen, welche die Blätter und deren Insertionsfläche symmetrisch halbiren und die Wachsthumsaxe derselben wie der Axe enthalten, schneiden hier einander unter rechten Winkeln.

Sämmtliche genau über einander stehende Blätter eines Stengels, deren Medianen also zusammenfallen, bilden eine gerade Reihe oder Orthostiche. Bei den Labiaten wären demnach zwei Orthostichen am Stengel vorhanden, bei superponirten Quirlen so viele, als Blätter im Quirl, bei alternirenden Wirteln dagegen doppelt so viel Orthostichen. — Lassen sich keine Ortho-

stichen am Stengelumfange construiren, so sind die Blätter **ausweichend** angeordnet.

147. Bezeichnet man an einer Axe mit zerstreut stehenden Blättern ein Blatt mit 1 und geht von diesem auf dem kürzesten Wege zum nächst jüngeren, also nächst höheren Blatte, das als 2 bezeichnet wird, so beschreibt man am Stengelumfange ein Stück einer Spirallinie. In der ein solches Beispiel veranschaulichenden Fig. 47 beträgt dieses Stück $^2/_5$ eines Kreises oder 144°. Diese Entfernung wird die **Divergenz** der beiden Blätter 1 und 2 genannt. Vom Blatte 2 bis zum Blatte 3 wird man wieder $^2/_5$ eines Kreisumfanges in der die Blätter verbindenden Spirale zurücklegen, von 3—4, 4—5, 5—6 u. s. w. ebenso jedesmal 144°: die Divergenz je zweier Blätter ist hier also **constant**. Es steht aber ferner das 6. Blatt genau über dem 1. Blatte, mit diesem also in derselben Orthostiche (I in Fig. 47). Um zu ihm zu gelangen, muss man von 1 aus zweimal den Weg um die Axe beschreiben und auf diesem berührt man, das Blatt 1 mitgerechnet, 5 Blätter bis wieder zu derselben Orthostiche (I in Fig. 47). Die Zahl der so durchlaufenen Spiralwindungen macht man nun zum Zähler, die Zahl der berührten Blätter zum Nenner eines Bruches, der in unserem Beispiele $^2/_5$ ist und durch welchen hier kurz die Blattstellung ausgedrückt wird. Dabei ergiebt sich weiter, dass bis zum 11., genau über den Blättern

Fig. 47.

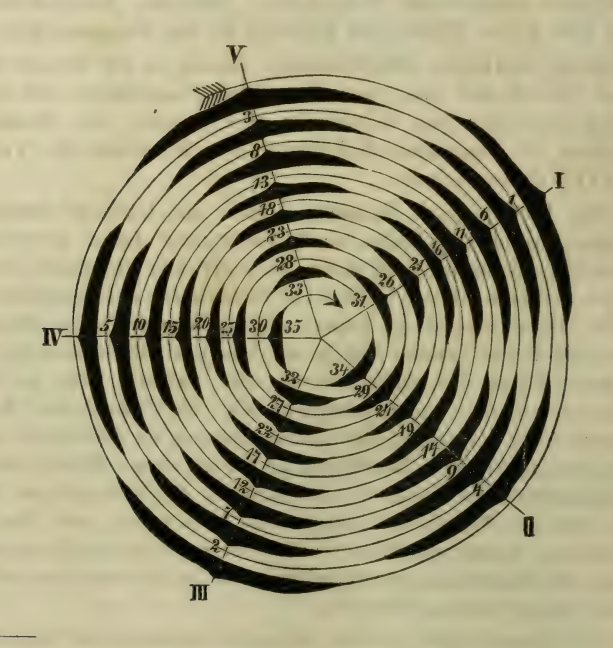
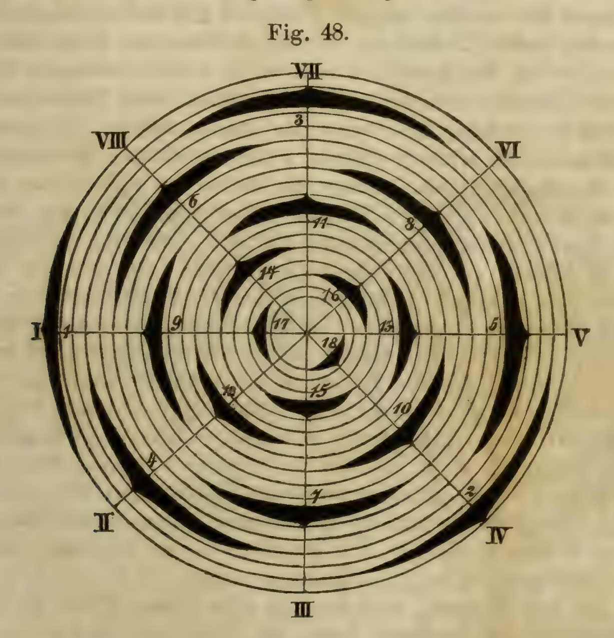


Fig. 47. Diagramm eines Zweiges, dessen Blätter nach der constanten Divergenz $^2/_5$ gestellt sind. Die Spitze des die genetische Spirale darstellenden Pfeiles ist der Zweigspitze zugewendet, das Blatt 35 daher das jüngste Blatt des Sprosses. Die Zahlen I—V geben die Orthostichen an.

1 und 6 stehenden Blatte wieder über die Insertionen von 5 Blättern 2 Spiralwindungen durchlaufen werden und ebenso in der weiteren Höhe der Axe, dass also die Blätter 1, 6, 11, 16, 21, 26, 31 u. s. w. eine Orthostiche (I in Fig. 47) bilden, dass 5 Orthostichen überhaupt in diesem Falle vorhanden sind (I—V in Fig. 47), und dass beispielsweise die Blätter 4, 9, 14, 19, 24 etc. die II., die Blätter 3, 8, 13, 18, 23, 28 u. s. w. die V. Orthostiche bilden. Es zeigt sich dabei ferner, dass die gedachte Spirale die Blätter gleichzeitig in der Reihenfolge ihrer Entstehung oder ihres Alters berührt, also als die genetische Spirale oder Grundspirale bezeichnet werden kann, in der je 5 Blätter einen Cyclus bilden. Würde man in der Fig. 47 den entgegengesetzten Weg verfolgen, vom Blatte 1 über die Orthostichen V und IV nach dem Blatte 2, von dort über die Orthostichen II und I zum Blatte 3, so hätte man jedesmal $^3/_5$ eines Kreisumfanges, also einen längeren Weg zurückzulegen. Als Regel gilt aber, dass bei der Bestimmung der genetischen Spirale und der Blattstellung überhaupt stets der kürzere Weg eingeschlagen wird.

Fig. 48.



Werden diese Stellungsverhältnisse in eine in die Ebene gelegte Spirallinie so eingetragen, wie in Fig. 47, dass also die ältesten unteren Blätter die äusseren, die jüngsten obersten Blätter die inneren Windungen einnehmen, so erhält man das Diagramm der betreffenden Blattstellung. Gewöhnlich construirt man indessen nicht die Spirale, sondern concentrische Kreise, von denen der äussere Kreis dem unteren (ältesten), der innere

---

Fig. 48. Diagramm eines Zweiges mit $^3/_8$-Stellung der Blätter. Die Radien I—VIII sind die Orthostichen des Sprosses.

dem obersten (jüngsten) Blatte entspricht und je ein Kreis nur ein Blatt auf der betreffenden Orthostiche aufnimmt. In der diesen Fall darstellenden Fig. 48 ist zugleich die $^3/_8$-Stellung der Blätter veranschaulicht. Vom Blatte 1 auf der Orthostiche I des ersten Kreises bis zu Blatt 2 auf Orthostiche IV des zweiten Kreises sind 135° oder $^3/_8$ eines Kreises auf kürzestem Wege zu beschreiben; von Blatt 2 bis Blatt 3 auf Orthostiche VII des dritten Kreises ebenfalls $^3/_8$ des Kreisumfanges und so fort. Hier haben wir 8 Orthostichen (Fig. 48 I—VIII), Blatt 1, 9, 17, stehen auf Orthostiche I, Blatt 2, 10, 18 auf Orthostiche IV u. s. w. Nach dem über die Fig. 47 Gesagten erläutern sich hier alle Verhältnisse also leicht.

Bei sehr dicht gestellten Blättern und zugleich zahlreichen Orthostichen (z. B. Schuppen der Tannenzapfen) ist die genetische Spirale schwierig zu verfolgen. Dagegen treten dem Beobachter andere Spiralen in auffälliger Weise entgegen, die als Parastichen bezeichnet werden.

148. Dass die Glieder einer Blüthe als Blattformationen gleich denen des beblätterten Stengels zu betrachten sind, wurde bereits im § 145 angedeutet. Auch hier ordnen sich die Theile des Kelches, der Blumenkrone etc. untereinander, sowie die Stellung der Kelchblätter zu denen der Blumenkrone oder zu den Staubgefässen u. s. w. in meist bestimmter Weise.

Es sind zunächst zu unterscheiden: Blüthen, deren Blattorgane spiralig gestellt sind und solche, bei denen sie Quirle bilden. Entsprechen bei den im Allgemeinen seltenen spiralig gebauten Blüthen die einzelnen Formationen (Kelch, Krone etc.) ganzen Umläufen der Spirale, so bezeichnet man sie als hemicyclische Blüthen (Aconitum); fällt die Grenze der einzelnen Formationen dagegen nicht mit den Umläufen der Spirale zusammen, so heissen sie acyclisch (Nymphaea). Bei den am häufigsten vorkommenden cyclischen Blüthen bilden die Blattformationen wirkliche Quirle, die entweder superponirt oder alternirend sind. Alterniren sämmtliche zugleich gleichzähligen Quirle einer cyclischen Blüthe, so heisst dieselbe eucyclisch (Lilium). Treten zwischen bereits angelegten Gliedern eines Quirles nachträglich noch neue gleichartige Glieder auf, ohne die Anordnung der schon vorhandenen zu stören, so heissen die eingeschobenen Glieder interponirte (z. B. die fünf jüngeren Staubgefässe zwischen den fünf älteren im zehngliederigen Staubblattquirl von Dictamnus). Von Verdoppelung (dedoublement) spricht man, wenn an Stelle eines Gliedes deren zwei auftreten, dagegen von Fehlschlagen (abortus), wenn Glieder eines Wirtels nicht zur Ausbildung gelangen.

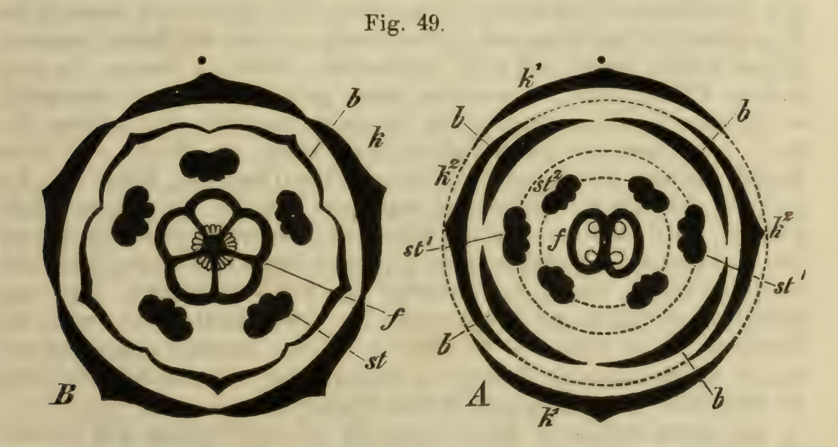
Wie bei den Blättern, wird auch in allen diesen Fällen die gegenseitige Stellung der Blüthentheile durch ein Diagramm ausgedrückt, in dem der äusserste Kreis dem Kelche, resp. Theilen desselben, der innerste den Fruchtblättern entspricht, ohne Unterschied, ob letztere einen ober- oder unterständigen Fruchtknoten bilden. Trägt man in ein solches Diagramm die Glieder so ein, wie sie sich wirklich in der Blüthe finden, so ist dasselbe ein empirisches Diagramm; dagegen wird es ein theoretisches, wenn auch abortirte Glieder, die sich aus der Entwickelungsgeschichte oder Vergleichung mit den Blüthen verwandter Pflanzen ergeben, durch besondere Zeichen (gewöhnlich Punkte) eingetragen sind.

Ferner berücksichtigt man die Stellung der einzelnen Blüthenglieder zur Axe des Muttersprosses, deren Lage ausserhalb des Diagrammes durch

einen Punkt oder Kreis angegeben wird (Fig. 49). Eine Ebene, welche durch die Axe des Muttersprosses und die Blüthenaxe gleichzeitig gelegt gedacht wird, ist die Medianebene und die in sie fallenden Glieder der Blüthe sind median, die zu ihr rechtwinkelig liegenden lateral, die zwischen beide fallenden diagonal gestellt. Die der Mutteraxe zugekehrte Seite der Blüthe heisst die hintere, die derselben abgekehrte die vordere Seite der Blüthe.

Die Figur 49 giebt die diese Verhältnisse veranschaulichenden empirischen Diagramme zweier Blüthen, in A das Diagramm einer getrenntblätterigen (Cruciferen-), in B das einer sogenannten verwachsenblätterigen (Campanula-)Blüthe. In Figur A alterniren mit den beiden medianen Kelchblättern (k^1) die lateralen (k^2) des nächsten Wirtels. Die vier einen Quirl bildenden Blumenblätter (b) stehen diagonal und alterniren mit beiden Kelchblattkreisen. Die zwei kürzeren, lateral gestellten Staubgefässe (st^1) sind den inneren Kelchblättern (k^2) und den Fruchtblättern (f) opponirt, alterniren aber mit den Kronblättern; der innere Staubgefässkreis (st^2) zeigt mediane verdoppelte Staubgefässe, im Ganzen demnach vier. Die beiden den zweifächerigen Fruchtknoten bildenden lateralen Fruchtblätter (f) bilden den Schluss des Blüthendiagramms, dessen Glieder ausserdem durch ihre verschiedene Querschnittsform noch mehr hervorgehoben wurden.

Fig. 49.



Figur B erklärt sich nach dem Gesagten von selbst. Die Zahl der Kelch- und Kronlappen sind durch entsprechende Vorsprünge der Kreise veranschaulicht. Die fünf Fruchtblätter alterniren mit den Lappen der Blumenkrone, sind daher den Staubblättern opponirt.

In Figur 49 B treten ferner die Blüthentheile in vier, in Figur A in sechs Kreise geordnet auf; B stellt eine tetracyclische, A eine hexacyc-

Fig. 49. A Diagramm der Cruciferenblüthe: k^1 äusseres und k^2 inneres Kelchblattpaar; b Blumenblätter; st^1 die zwei Staubgefässe des äusseren und st^2 die vier des inneren Kreises. f der zweifächerige Fruchtknoten mit je zwei im Querschnitt der Fächer sichtbaren Samenknospen. — B Diagramm der fünfgliederigen Blüthe von Campanula: k Kelch, b Blumenkrone, st Staubgefässe, f Fruchtknoten. Der Punkt über der Figur giebt die Lage der Axe des Muttersprosses an.

lische Blüthe dar. Ausserdem sind in A die Kelchblattkreise zweigliederig oder dimer, der Kronblattkreis ist viergliederig oder tetramer u. s. w., während in B alle Kreise fünfgliederig oder pentamer sind; die Campanula-Blüthe würde also nach diesen Verhältnissen kurz als eine tetracyclisch-pentamere bezeichnet werden können.

Weiteres über die Stellungsverhältnisse der Blüthenglieder ist in dem die angiospermen Phanerogamen behandelnden Abschnitte nachzusehen.

149. Die am häufigsten vorkommenden Blattstellungen: $^1/_2$, $^1/_3$, $^2/_5$, $^3/_8$, $^5/_{13}$, $^8/_{21}$, $^{13}/_{34}$, $^{21}/_{55}$ .... zeigen scheinbar ein Naturgesetz in ihren Divergenzen auszudrücken, indem die jedesmaligen Zähler und Nenner des Bruches zweier unmittelbar auf einander folgenden Divergenzen addirt wieder Zähler und Nenner der nächst höheren Divergenz geben, also z. B. $\frac{2+3}{5+8} = \frac{5}{13}$ u. s. w. Allein eine grosse Anzahl von Blattstellungen lässt sich durchaus nicht in dieses Schema einreihen. Einmal ist bei einer Anzahl von Pflanzen die Divergenz zwar für eine gewisse Strecke der Axe constant, für eine andere ebenso constant, bei beiden Regionen unter sich verglichen jedoch ungleich (z. B. bei Euphorbia helioscopia). Bei manchen Arten der Gattung Aloë stehen die untersten Blätter in zwei gegenüberstehenden Reihen, während sie von einem gewissen Blatte an allmälig in eine Spiralstellung übergehen. In anderen Fällen (Fritillaria) wechseln die Divergenzen sprungweise und unregelmässig, so dass die Blätter ungeordnet am Stengel stehen und keine Orthostichen erkennen lassen. In noch anderen Fällen ist die Construction einer genetischen Spirale unmöglich, sei es, dass die Blätter gleichzeitig im Quirle entstehen (die meisten Blüthen), oder dass sie bei ungleichzeitiger Anlage im Wirtel von einem Punkte aus nach rechts und links fortschreiten (Characeen, Blüthe von Reseda), so dass der die Reihenfolge angebende Weg um die Axe eine Zickzacklinie wäre, oder dass sie bei kriechenden Stämmen (Marsilia) nur auf der Rückenseite entwickelt werden, also auch durch eine solche Linie sich verbinden lassen, welche die Bauchseite der Axe nicht berührt. Ganz ohne Bedeutung ist ferner die Construction der Grundspirale dann, wenn die Divergenz $^1/_2$ ist, wenn also die Glieder in zwei einander gegenüber stehenden Reihen auftreten (Blätter bei Gräsern), man also sowohl nach rechts, als nach links die aufsteigende Spirale beschreiben kann.

Bei vielen derartigen Aenderungen in der Blattstellung sind gewisse Wachsthumserscheinungen häufig die Ursache. Die Divergenz kann dadurch geändert werden, dass die Axe auf einer Seite stärker in die Dicke wächst, als auf der entgegengesetzten. Stehen die Blätter eines Sprosses bei ihrer Anlage sehr dicht neben und über einander und wächst der Spross verhältnissmässig weniger rasch in Länge und Umfang, als die rasch sich weiter entwickelnden Blattanlagen, so kann ein Druck parallel (longitudinaler Druck) oder senkrecht (transversaler Druck) zur Axe des Sprosses mehr oder minder bedeutende Verschiebungen hervorrufen, welche die spätere Stellung der Blätter demnach anders erscheinen lassen, als sie es der Anlage nach sind. Die Form des Querschnittes d er btreffenden Blattanlagen spielt dabei eine weitere, oft nicht unwesentliche Rolle. Wieder in anderen Fällen sind Drehungen der Axe die Ursache der im Laufe der Entwickelung sich ändernden Blattstellung, wie am Stamme von

Pandanus utilis, dessen jüngste Blätter in drei geraden Reihen nach der Divergenz $^1/_3$ stehen, während die drei Orthostichen an älteren Stammtheilen in drei Spiralen übergehen.

Das über die Blattstellung Gesagte gilt im Allgemeinen auch für die Verzweigungen der Axe, giebt aber auch hier zu erkennen, dass die Natur sich nicht immer in mathematische Formeln zwängen lässt.

5. Die Trichome.

150. Als Haare oder Trichome im engeren Sinne des Wortes bezeichnet man alle von einer oder mehreren Epidermiszellen ihren Ursprung nehmenden Auswüchse der Blätter, des Stammes und der Wurzel, mögen sie eine noch so verschiedene physiologische Bedeutung für die Pflanze haben. Es sind daher Haare eben so gut die Sporangien der Farne, die Antheridien und Brutknospen oder Brutzellen vieler Muscineen, die Stacheln der Brombeeren (z. B. von Rubus Idaeus) u. s. w., wie die in §§ 76 und 78 beschriebenen und in Fig. 18 daselbst abgebildeten Formen.

In anderen Fällen ist zwar das Haar seiner Anlage nach Epidermisbildung, allein es betheiligt sich später an dessen Aufbau auch das Periblem und endlich geht auch die Anlage haarartiger Organe vom Periblem allein aus und es treten dann sogar oft Fibrovasalstränge in dieselben ein. Solche Periblembildungen werden gewöhnlich als Emergenzen von den eigentlichen Haaren unterschieden. Sie lassen gleichzeitig erkennen, dass scharfe Grenzen auch hier, wie zwischen den anderen Gliedern der Pflanzen, nicht immer zu ziehen sind; trotzdem ist für die Feststellung scharfer Begriffe eine Unterscheidung derselben wie in anderen Fällen geboten.

151. Abgesehen von den gewöhnlichsten Haarformen, lassen sich die abweichend gebauten derselben im Zusammenhange mit den als Emergenzen bezeichneten trichomartigen Bildungen etwa in folgender Weise gruppiren:

a. Das Trichom ist nur Epidermisbildung: Stacheln von Rubus Iadeus und Rubus Hofmeisteri.

b. Die Anlage des Trichoms geht von der Epidermis aus; secundär betheiligt sich das Periblem.

α. Eine einzelne Epidermiszelle bildet die Haaranlage: Stacheln von Cucurbita Pepo, Cucumis sativus und Ecbalium agreste.

β. Die Bildung des Trichoms geht von mehreren Epidermiszellen aus: Warzen von Bunias, fächerförmige Haare auf den Blattrippen von Gunnera.

c. Das Periblem allein bildet den Ausgangspunkt der als Emergenzen bezeichneten trichomartigen Bildungen.

α. Diese enthalten keine Fibrovasalbündel: Stacheln von Gunnera scabra, Ribes grossularia, Warzen des Fruchtknotens von Euphorbia aspera, Stacheln und Köpfchenhaare von Rosa pimpinellifolia, Drüsen von Drosera, Bart der Corolle von Menyanthes.

β. Dieselben führen Fibrovasalstränge: Stacheln des Fruchtknotens von Aesculus und Datura, der Blattzipfel von Cirsium ciliatum und des Kelches von Agrimonia Eupatoria.

152. Die Haare (und Emergenzen) können auf allen Theilen der Pflanze angelegt werden, so lange deren Epidermis noch entwickelungsfähig ist. Sie entstehen gewöhnlich später, als die jüngsten Blätter, bei

Utricularia jedoch schon am Vegetationskegel oberhalb der jüngsten Blattanlagen. Manchmal lassen sie eine bestimmte Anordnung wie bei den Blättern erkennen, wenn sie an noch im lebhaften Wachsthum begriffenen Organen auftreten (Spreuschuppen an den Stämmen mancher Farne, Sporangien der Hymenophyllaceen); in anderen Fällen sind sie dagegen unregelmässig gestellt.

III. Abschnitt.

Die Lebensvorgänge in der Pflanze.

Physiologie.

1. Die Ernährung der Pflanze.

1. Die Nährstoffe und ihre Bedeutung.

153. Für das Wachsthum der Pflanze ist vor allen Dingen die Zufuhr von Nährstoffen nothwendig, aus denen mit Hülfe chemischer, in dem Pflanzenkörper sich vollziehender Processe die für die Grössenzunahme alter und die Entwickelung neuer Organe erforderlichen Baustoffe gewonnen werden können. Es ist ferner nöthig, dass diese Nährstoffe der Pflanze in einer Form geboten werden, in der sie möglichst rasch und leicht aufnehmbar und von den aufnehmenden Theilen weiter zu befördern sind, dass sie also im gasförmigen Zustande oder als Lösung zu diesen gelangen oder von diesen leicht gelöst werden.

Um zu erfahren, welche Stoffe der Pflanze zur Nahrung dienen, kann man einmal die chemische Analyse benutzen, welche die Zahl der im Pflanzenkörper oder in einzelnen Theilen desselben vorkommenden Elemente und deren procentisches Verhältniss ermittelt. Man erfährt dann indessen nur, welche Elemente überhaupt aufgenommen werden, jedoch nicht, welche dieser Stoffe unbedingt nothwendig und welche entbehrlich sind. Dies zeigt erst das Experiment, das die Pflanze zwingt, in einem Boden (oder in einer Nährstofflösung) zu wachsen, dessen bestimmte chemische Zusammensetzung bekannt ist und dem man beliebig diese oder jene chemische Verbindung zusetzen oder entziehen kann. Erst durch derartige Versuche wird zugleich die physiologische Bedeutung jedes einzelnen Nährstoffes klar dargelegt.

154. Dass das Wasser für jede Pflanze unentbehrlich ist, zeigt schon der Umstand, dass es den grössten Theil des Lebendgewichtes derselben ausmacht und alle Gewebe durchtränkt (§§ 8, 19, 28 etc.). Seine Menge ist freilich für die einzelnen Theile der Pflanze je nach der Beschaffenheit des Gewebes der letzteren verschieden, beträgt aber bei krautartigen Ge-

wächsen gewöhnlich zwischen 60—80, bei Wasserpflanzen und vielen fleischigen Pilzen sogar bis 95 Procent des Gesammtgewichtes. Das Wasser ist ferner das Lösungsmittel fast sämmtlicher Baustoffe der Pflanze und liefert solche selbst durch die Zersetzung in seine beiden Grundstoffe. Völlige Entziehung des Wassers führt den Tod der Pflanze herbei. (§ 168.)

Die nach Vertreibung sämmtlichen Wassers durch dauernde Erwärmung auf 100 110°C gewonnene Trockensubstanz enthält die Elemente der organischen und anorganischen Bestandtheile, von denen erstere beim Verbrennen als Kohlensäure und Wasserdampf entweichen, letztere als die unverbrennlichen Aschenbestandtheile zurückbleiben.

a. Die Elemente der organischen Substanz.

155. Die organische Substanz der Pflanze besteht aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff. Ausserdem enthält sie noch Schwefel, der aber in der Asche, an Basen derselben gebunden, zurückbleibt. Diese fünf Elemente, die in keiner Pflanze fehlen, sind die wichtigsten Nährstoffe, da sie die wesentlichsten Bestandtheile der Zelle, das Protoplasma (§ 8), die Cellulose (§ 19) etc. zusammensetzen.

Der Kohlenstoff, welcher etwa die Hälfte der Trockensubstanz ausmacht, wird allein durch die Zersetzung der Kohlensäure der atmosphärischen Luft gewonnen (§ 164).

Der Wasserstoff stammt aus dem in den chlorophyllhaltigen Zellen zersetzten Wasser, ein kleiner Theil vielleicht auch aus von der Pflanze aufgenommenen Ammoniakverbindungen.

Den Sauerstoff nimmt die Pflanze zu einem Theile aus der Kohlensäure der Luft und dem Wasser, zum anderen aus Sauerstoffsalzen des Bodens.

Quellen des Stickstoffes, der ein wesentlicher Bestandtheil des Protoplasmas, der Alkaloide und des Asparagins ist, sind die Ammoniak- und salpetersauren Salze. Der freie Stickstoff der Atmosphäre wird von der Pflanze nicht aufgenommen, dagegen vielleicht von Parasiten und Fäulnissbewohnern organische Stickstoffverbindungen.

Schwefel gelangt wohl meistens als schwefelsaurer Kalk in die Pflanze, in der er vorzüglich an der Zusammensetzung der Eiweisskörper theilnimmt. Er wird aus dem Gyps vielleicht durch die in der Pflanze gebildete Oxalsäure frei, während der entstehende oxalsaure Kalk (§ 51) ungelöst in der Zelle zurückbleibt.

b. Die Elemente der anorganischen Substanz.

156. In der Pflanzenasche sind als wichtigste, nie fehlende Elemente enthalten: Kalium, Calcium, Magnesium, Eisen und Phosphor (vergl. die Tabellen in §§ 162 und 163). Dieselben sind, wie auch Wachsthumsversuche zeigen, unentbehrlich, namentlich Eisen und Kalium.

Welche Bedeutung das Eisen für die Entwickelung des Chlorophylls und mithin für die Assimilation hat, ist bereits im § 40 angedeutet worden. Aufgenommen wird es als Eisenchlorid oder schwefelsaures Eisenoxydul.

Das Kalium spielt ebenfalls, namentlich als Chlorkalium, in etwas geringerem Grade als salpetersaures Kali, bei der Assimilation eine bedeutende Rolle. Ohne dasselbe bildet sich im Chlorophyll keine Stärke,

und bei alleiniger Zufuhr von phosphor- oder schwefelsaurem Kali wird die gebildete Stärke später nicht mehr in lösliche Produkte des Stoffwechsels übergeführt. Kalisalze finden sich ferner in an Zucker und Stärke reichen Organen (Runkelrüben, Kartoffeln), und scheinen bei der Bildung dieser Reservestoffe sich in irgend einer Weise zu betheiligen.

Phosphor (in Form phosphorsaurer Salze) kommt stets in Gesellschaft der Eiweisskörper, wie in der Asche der Samen vor.

Ueber die Beziehungen des Calcium und Magnesium zu irgend welchen physiologischen Processen weiss man nichts Bestimmtes, doch sind sie zum Gedeihen der Pflanze, wie die Versuche beweisen, nothwendig; der Kalk dürfte als Neutralisationsmittel der giftigen Oxalsäure (§ 51) Beachtung verdienen. Beide werden als phosphorsaure, salpetersaure und schwefelsaure Salze oder als Chloride aufgenommen.

157. In den meisten Pflanzenaschen finden sich ausser den im vorigen Paragraphen genannten Elementen noch Chlor, Natrium und Silicium.

Die Nothwendigkeit des Chlors für die Samenbildung ist bis jetzt nur für den Buchweizen nachgewiesen worden. Das Natrium ist ganz ohne Bedeutung, da man dasselbe aus Nährstofflösungen ohne Schaden für das Gedeihen der Pflanze fortlassen kann. Ebenso lassen sich sonst an Silicium reiche Pflanzen völlig normal in kieselsäurefreien Lösungen ziehen, und die Kieselerdeeinlagerung (§ 33 auf S. 18) findet unter gewöhnlichen Umständen in grösserem Maasse meistens auch erst mit zunehmendem Alter der Gewebe statt.

Brom und Jod finden sich nur in Meerespflanzen, namentlich Tangen, aus denen beide auch in grösserer Menge dargestellt werden. Ihre etwaige Rolle bei der Ernährung ist unbekannt.

Die seltener auftretenden Elemente: Mangan, Lithium, Kupfer, Zink, Aluminium, Kobalt, Nickel, Strontium und Barium werden in der Regel von der Pflanze nur dann aufgenommen, wenn sie vom Boden in reichlicher Menge geboten werden. Lithium findet sich z. B. in manchen Tabakarten, wird aber in grösserer Menge der Pflanze schädlich. Das Zink ist namentlich in der Asche von auf Galmeiboden wachsenden Pflanzen, wie dies z. B. in der Umgebung von Aachen der Fall ist, vertreten. Hier erzeugt es sogar besondere Formen, wie Viola lutea Sm. var. calaminaria und Thlaspi alpestre L. var. calaminare. Auf das Vorkommen von Fluor schliesst man aus dem Vorkommen desselben in der Zahnsubstanz pflanzenfressender Thiere.

2. Die Aufnahme der Nährstoffe aus dem Boden.

158. Die im Inneren der Pflanze während des Wachsthums und der Neubildung von Organen stattfindenden chemischen Processe stören fortwährend das Gleichgewicht der in den Zellen vorhandenen Stoffe, um so mehr, je energischer dieselben vor sich gehen. So wie in irgend einer Zelle ein Nährstoff, z. B. phosphorsaurer Kalk, auch nur in geringer Menge verbraucht wird, wird diese Zelle als ein Anziehungscentrum zunächst auf die benachbarten Zellen wirken. Es werden sich von diesen aus Moleküle phosphorsauren Kalkes nach dem Verbrauchsorte hin bewegen, um das Diffusionsgleichgewicht wieder herzustellen. Dadurch wird aber in diesen Zellen im Verhältniss zu ihrer weiteren Umgebung das Gleichgewicht ge-

stört; die Bewegung wird sich von ihnen aus weiter fortpflanzen und so in gleicher Weise immer mehr bis nach Orten hin, wo aus dem umgebenden Medium der Verbrauch an phosphorsaurem Kalk gedeckt werden kann. Die Bewegung wird aufhören, wenn das Diffusionsgleichgewicht wieder hergestellt ist. Da aber der phosphorsaure Kalk in der Pflanze nicht als solcher bleibt, sondern seine Elemente durch die chemischen Processe in andere Verbindungen übergeführt werden, so unterliegt das moleculare Gleichgewicht fortwährenden Störungen und es ist dabei eine allmälige stärkere Aufspeicherung z. B. der Phosphorsäure in der Pflanze, als sie im Wasser oder Boden in der nächsten Umgebung geboten wird, nicht allein denkbar, sondern eine solche findet auch wirklich statt (vergl. die Tabellen in §§ 162 und 163). Denn dieselbe Bewegung der Moleküle phosphorsauren Kalkes, die in Folge der Gleichgewichtsstörung in der Pflanze eintritt, wird auch im Wasser oder Boden hervorgerufen werden, wenn die aufnehmenden Organe der Pflanze dem Boden in ihrer unmittelbaren Nähe phosphorsauren Kalk entziehen; sie wird sich auch hier so lange centrifugal verbreiten, wird so lange Theilchen phosphorsauren Kalkes der Pflanze zuführen, bis diese ihren Bedarf gedeckt hat und wieder Gleichgewichtszustand herrscht.

159. Für die im Wasser untergetaucht wachsenden Pflanzen ist die ganze Oberfläche das aufnehmende Organ. Der Zellinhalt und das die Pflanze umgebende Wasser stehen durch Vermittelung der in den Zellmembranen befindlichen (Imbibitions-) Flüssigkeit in unmittelbarer Verbindung. Die Bewegung der im Wasser gelösten Nährstoffe veranschaulicht sich daher hier in einfachster Weise, besonders wenn man von sehr einfach gebauten, einzelligen oder wenigzelligen Pflanzen ausgeht.

Anders ist es bei der Landpflanze. Der Boden ist verhältnissmässig wasserarm. Sein Wasser adhärirt in dünnen Schichten den einzelnen Bodenpartikelchen; seine zahlreichen wenn auch kleinen Zwischenräume sind mit Luft gefüllt. Um das Wasser und die in ihm gelösten Salze aufnehmen zu können, müssen daher die Wurzeln der Landpflanzen in innige Berührung mit den Bodentheilchen treten, was durch Verwachsung der Wurzelhaare mit letzteren erreicht wird, wie die mikroskopische Untersuchung der Wurzeln beweist. Schon das vorsichtige Ausheben einer Landpflanze aus dem Boden zeigt, dass, so weit Wurzelhaare die Wurzeln bedecken, Sandtheile die letzteren wie Hosen umgeben und ohne vielfache Verletzung der Wurzelhaare nicht zu entfernen sind.

Die mit den Bodentheilchen in Verbindung stehenden Haarzellen der Wurzeln wirken nun in derselben Weise, wie die Oberhautzellen untergetauchter Wasserpflanzen. Sie saugen mit dem Wasser die in diesem gelösten Salze auf und setzen dadurch das in seinem Gleichgewichte gestörte, capillar festgehaltene Bodenwasser in Bewegung.

160. Ein Theil der Nährstoffe des Bodens ist nun aber nicht im Wasser desselben gelöst, sondern im Boden absorbirt, als ein dünner Ueberzug auf den Bodentheilchen vorhanden, der selbst durch viel Wasser nicht abgespült wird. Es gilt dies besonders für phosphorsaure, Kali- und Ammoniaksalze, die durch die Thätigkeit der mit den Bodenpartikelchen verwachsenen Wurzelhaare selbst gelöst werden müssen. Möglich wird dies durch die auch die Membranen durchtränkenden sauren Säfte der

Wurzel, so wie durch die von letzterer ausgeschiedene Kohlensäure. Die lösende Kraft der Wurzel wird vorzüglich veranschaulicht, wenn man Pflanzen in Töpfen wachsen lässt, deren Boden blank polirte Platten von Marmor oder einem anderen Kalkgestein enthalten, auf denen sich nach kurzer Zeit das Bild des Wurzelverlaufes in rauhen Linien einätzt. Wurzelschnittflächen auf blaues Lackmuspapier getupft zeigen ferner das Vorhandensein saurer Säfte durch die Rothfärbung desselben.

161. Die im § 158 gegebene Deutung für die Wanderung der Nährstoff-Moleküle gilt natürlich nicht allein für das dort gebrauchte Beispiel des phosphorsauren Kalkes, sondern auch für alle anderen Nährstoffe. Ebenso ist es natürlich, dass der Verbrauch eines Nährstoffes nur die Bewegung von Molekülen dieses, nicht aber irgend eines anderen nach sich zieht. Wenn daher phosphorsaurer Kalk in einem Organe der Pflanze verarbeitet wird, bewegen sich darum noch nicht die Moleküle des schwefelsauren Kalkes dorthin. Dies tritt erst ein, wenn das betreffende Organ auch diese gebraucht und zersetzt. Von einer im Inneren des Pflanzenkörpers sich bewegenden Nährflüssigkeit, die alle oder fast alle Nährstoffe enthält, kann daher nur dann die Rede sein, wenn letztere auch gleichzeitig zur Verwerthung gelangen. Dabei wird aber immer noch die Geschwindigkeit der verschiedenen Moleküle eine verschieden rasche sein, die sich nach der Grösse des jedesmaligen Bedarfes richtet.

Dieser Bedarf ist aber sowohl für die verschiedenen Nährstoffe, als auch für die einzelnen Entwickelungsperioden einer Pflanze und für verschiedene Pflanzenarten ein ungleicher. Daher erklärt es sich denn auch, dass einem Kulturboden durch eine Pflanze die einzelnen Nährstoffe in ungleichem Grade entzogen werden, dass bei mehrere Jahre dauernder Bebauung eines Feldes mit einer und derselben Kulturpflanze zuletzt dasselbe an einem bestimmten Nährstoffe so erschöpft wird, dass dieser durch zweckmässige Düngung ersetzt werden muss. Daraus erklärt sich ferner die Zweckmässigkeit des Fruchtwechsels auf unseren Aeckern, sowie die sehr ungleiche chemische Zusammensetzung der Asche von verschiedenen, auf demselben Boden gewachsenen Pflanzenarten

162. Nachstehende Tabelle (S. 107) veranschaulicht einmal das verschiedene Nährstoffbedürfniss der Pflanze, dann auch das Verhältniss der Aschenbestandtheile zu den Salzlösungen des umgebenden Mediums (§ 158).

163. Dass selbst für nahe verwandte Arten die Zusammensetzung der Asche eine verschiedene werden kann, zeigt die folgende Tabelle, welche die Analyse von vier an der Westküste von Schottland am Ausfluss des Clyde gesammelten Fucus-Arten giebt (S. 107).

3. Die Assimilation.

164. Dass der als Assimilation bezeichnete Vorgang der Zerlegung des Wassers und der Kohlensäure in ihre Elemente nur durch die Thätigkeit des Chlorophylls stattfindet, dass also chlorophyllfreie Pflanzen nicht zu assimiliren vermögen, wurde bereits im § 41 angedeutet. Dass nicht etwa der isolirte Chlorophyllfarbstoff, sondern nur das an das lebende Protoplasma gebundene Chlorophyll diesen Process eben unter Mitwirkung des Protoplasmas vollzieht, ist ferner sicher festgestellt: die entsprechenden chemischen Processe müssen sich zwischen den vom Chlorophyllfarbstoff durch-

Tabelle zu § 162.

Das umgebende Wasser enthielt in 1000 Theilen		Die Pflanzenasche enthielt in 100 Theilen: Chara foetida	Hottonia palustris	Stratiotes aloides
Kali	0,0054	0,49	8,34	30,82
Natron	—	0,18	3,18	1,21
Chlornatrium	0,0335	0,14	8,94	2,72
Eisenoxyd	Spur	0,04	1,82	0,38
Kalk	0,0533	54,73	21,29	10,78
Magnesia	0,0112	0,57	3,94	14,35
Phosphorsäure	0,0006	0,31	2,88	2,87
Schwefelsäure	0,0072	0,24	6,97	3,48
Kohlensäure	0,0506	42,60	21,29	30,37
Kieselsäure	Spur	0,70	18,64	1,81
100 Theile der Trockensubstanz enthielten an Asche.		54,584	16,69	17,19

Tabelle zu § 163.

In 100 Theilen Asche	Fucus digitatus	F. vesiculosus	F. nodosus	F. serratus
Kali	22,40	15,23	10,07	4,51
Natron	8,29	11,16	15,80	21,15
Kalk	11,86	9,78	12,80	16,36
Magnesia	7,44	7,16	10,93	12,66
Eisenoxyd	0,62	0,33	0,29	0,34
Chlornatrium	28,89	25,10	20,16	18,76
Jodnatrium	3,62	0,37	0,54	1,33
Schwefelsäure	13,26	28,16	26,69	21,06
Phosphorsäure	2,56	1,36	1,52	4,40
Kieselsäure	1,56	1,35	1,20	0,43
Aschenprocente überhaupt	20,4 %	16,39 %	16,19 %	15,63 %

drungenen Molekülen des Protoplasmas abwickeln, wobei es ungewiss bleibt, ob das Chlorophyll während dieser Vorgänge selber chemische Veränderungen erleidet.

Welche chemischen Producte unmittelbare Folge der Kohlensäure- und Wasserzersetzung sind, indem die Elemente dieser beiden Verbindungen zu neuen Verbindungen zusammentreten, ist völlig unbekannt, da sich diese Vorgänge der directen Beobachtung entziehen und auch schwerlich die zuerst neugebildeten Körper sich mikrochemisch im Chlorophyll werden nachweisen lassen. Abgesehen von Behauptungen, welche die Oxalsäure als erstes Assimilationsproduct hinstellen und dann aus dieser unter weiterer Sauerstoffabgabe andere Säuren (Weinsäure etc.) und endlich Kohlehydrate entstehen lassen, lässt sich als erstes sichtbares und mikrochemisch nachweisbares Assimilationsproduct im Chloro-

phyll die Stärke (§ 41), in einzelnen Fällen auch Fett (§ 41), bei Allium Cepa Traubenzucker bezeichnen. Ebenso ist durch Untersuchungen nachgewiesen, dass bei der Bildung von Stärke durch Zersetzung der Kohlensäure und des Wassers das der Kohlensäure entsprechende Quantum Sauerstoff (nach der Gleichung $12\ CO_2 + 10\ H_2O = C_{12}H_{20}O_{10} + O_{24}$) von den assimilirenden Organen wieder ausgeschieden wird, dass der Sauerstoffgehalt der Stärke dem Sauerstoffe des zersetzten Wassers entspricht.

165. Quelle der Kohlensäure ist für die untergetaucht lebenden Wasserpflanzen das Wasser, das ja stets eine gewisse Quantität dieses Gases absorbirt enthält, für die frei in die Luft ragenden Gewächse zum allergrössten Theile die Kohlensäure der Atmosphäre. Eine sehr geringe Menge von Kohlensäure wird allerdings auch durch das aus dem Boden stammende Wasser aufgenommen.

Im Inhalte der lebenden Zelle finden sich keine Gasbläschen. Es muss demnach von der aufgenommenen Kohlensäure und dem durch Zersetzung gewonnenen Sauerstoff stets nur so viel in der Zellflüssigkeit absorbirt werden, als diese zu lösen vermag.

166. Die Assimilation und mit ihr die Stärkebildung findet nur unter dem Einflusse des Lichtes statt. In dem zuvor stärkefreien Chlorophyll von Spirogyra kann schon 5 Minuten, in den Blättern von Elodea $1^1/_2$ bis 2 Stunden nach eingetretener Besonnung Stärke nachgewiesen werden. Im diffusen Lichte sind Kohlensäurezersetzung und Stärkebildung weniger energisch; in diesem tritt bei Spirogyra erst nach 2 Stunden Stärke in nachweisbarer Menge auf.

Bei den einfach gebauten Algen des süssen Wassers tritt der ausgeschiedene Sauerstoff sofort in das umgebende Wasser. Aehnlich wird bei höher gebauten Wasserpflanzen ein Theil des Sauerstoffes von den peripherischen Zellen wohl direct an das Wasser gegeben. Die inneren Zellen jedoch scheiden die grösste Menge des Sauerstoffs in die Intercellularräume aus, in denen dann das angesammelte Gas unter einem grösseren Drucke steht, so dass es durch Schnitt- oder Stichwunden in den Stengel sofort als dauernder Blasenstrom herausquillt, so lange die Pflanze im Lichte bleibt. Mit plötzlicher Verdunkelung derselben wird fast momentan der Blasenstrom unterbrochen; einzelne noch aufsteigende Blasen treten nur in Folge der Diffusion zwischen den Gasen des Wassers und den in der Pflanze eingeschlossenen auf. Uebrigens ist das ausgeschiedene Gas nie reiner Sauerstoff, sondern dieser enthält in Folge von Diffusionsvorgängen stets Stickstoff und etwas Kohlensäure beigemengt, um so weniger je rascher die Sauerstoffausscheidung vor sich geht.

167. Wie bei directer Besonnung und diffusem Tageslichte, so ist auch in den verschieden brechbaren Strahlen des Spectrums die Assimilation eine ungleich starke. Im hellsten Gelb des Spectrums ist die Assimilation am energischesten; von hier aus nimmt sie beiderseits in den anderen Strahlen ab. Untersuchungen, welche die Zahl der in den einzelnen Spectralfarben in einer gewissen Zeit ausgeschiedenen Gasblasen als Maassstab nahmen, ergaben, die Zahl des hellsten Gelb gleich 100 gesetzt, folgende Reihe:

Roth,	Orange,	Gelb,	Grün,	Blau,	Indigo,	Violett.
$25_{,4}$ —	$63_{,0}$ —	$100_{,0}$ —	$37_{,2}$ —	$22_{,1}$ —	$13_{,5}$ —	$7_{,1}$.

Die sogenannten dunklen (ultrarothen) Wärmestrahlen und die sogenannten chemischen (ultravioletten) Strahlen bewirken keine Zersetzung der Kohlensäure. Fasst man die Assimilation als eine Function der Wellenlänge der einzelnen Strahlen auf, so ergiebt sich nach den Zahlen dieser Reihe, dass nur solche Strahlen Assimilation bewirken, deren Wellenlänge zwischen $0_{,00076}$ und $0_{,00039}$ Millimetern liegt und dass die Strahlen von $0_{,00058}$ — $0_{,00059}$ Millimeter Wellenlänge (die etwa der Frauenhofer'schen Linie D im Gelb entsprechen) die grösste Intensität für die Assimilation besitzen.

168. Von Einfluss auf die Intensität der Assimilation ist auch die Wärme. Bei Hottonia palustris liegt das Minimum der zur Abscheidung von Gasblasen nöthigen Temperatur bei $2_{,2}$ °R., das Optimum bei 25 °R., das Temperaturmaximum bei 40—45°. Doch liegt für manche Pflanzen das Minimum wohl noch tiefer, bei Moosen vielleicht bei 0° oder noch etwas unter 0 °.

Weiter ist der Kohlensäuregehalt der Luft von nicht unbedeutendem Einfluss auf die Stärke der Assimilation. Ein in gewöhnlicher Atmosphäre befindliches Blatt zersetzt wohl weniger Kohlensäure, als es zu zersetzen vermag, weil ihm die Gasdiffusion keine genügende Menge zuführt. Mit Zunahme des Kohlensäuregehaltes steigert sich die assimilirende Thätigkeit um so mehr, je grösser gleichzeitig die Lichtintensität ist. Allerdings darf auch hier ein Optimum nicht wesentlich überschritten werden. Denn in einer Atmosphäre von reiner Kohlensäure ist die Assimilation eine sehr geringe, die sich steigert, wenn der Gasdruck vermindert (die Lagerung der Kohlensäuremoleküle eine weniger dichte) wird, die sich noch mehr verringert, wenn der Druck über den einer Atmosphäre steigt. Es giebt somit einen gewissen procentischen optimalen Kohlensäuregehalt der Luft (d. h. unter gewöhnlichem Atmosphärendruck), eine gewisse partiäre Pressung (Lagerdichte der Moleküle) der Kohlensäure, bei welcher die Zersetzung der Kohlensäure am energischesten stattfindet, also auch die grösste Menge organischer Substanz von den assimilirenden Organen producirt wird.

Wassermenge des Bodens und Trockengewicht der Pflanze stehen in solcher Beziehung, das letzteres bei 60 % der wasserhaltenden Kraft am grössten ist.

Die Zersetzungsfähigkeit für Kohlensäure beginnt mit dem Ergrünen des jugendlichen Blattes, nimmt bis zur vollständigen Entfaltung desselben zu, bleibt dann längere Zeit constant und nimmt mit dem Alter des Blattes ab, um mit dem Absterben desselben ganz aufzuhören.

4. Der Stoffwechsel und die Stoffwanderung.

169. Die durch die Assimilation im chlorophyllhaltigen Protoplasma gebildeten Stoffe (in den meisten Fällen also die Stärke) unterliegen während des Wachsthums der Pflanze vielfachen chemischen Umwandlungen, die in ihrer Gesammtheit als Stoffwechsel bezeichnet werden. Diese Umwandlungen sind einmal dadurch geboten, dass die Assimilationsproducte des Chlorophylls nicht unmittelbar in der Form weiter verwendet werden können, in der sie entstehen, ein ander Mal dadurch, dass der Ort ihres Verbrauches von dem der Entstehung meistens weit entfernt liegt, dass sie also im gelösten Zustande, in dem sie allein transportabel sind, von Zelle zu Zelle nach der Verbrauchsstätte wandern müssen. Stoffwechsel und Stoffwanderung stehen zu einander in inniger Beziehung.

170. Ausser den durch die Assimilation erzeugten organischen Stoffen (§ 164) sind alle anderen in der Pflanze vorkommenden organischen Körper Producte des Stoffwechsels. Je nachdem diese nur als Baumaterial für die Pflanze dienen oder keine weitere Verwendung im Lebensprocesse derselben finden, bezeichnet man dieselben im ersteren Falle als Baustoffe (Stärke, Zucker, Fett, Inulin, Eiweisskörper, Asparagin) oder im letzteren als Nebenproducte des Stoffwechsels (ätherische Oele, Harze, Gummi, Kautschuck, viele Pflanzensäuren und Alkaloide u. s. w.).

Welche chemischen Processe bei diesen Umwandlungen thätig sind, ist zur Zeit auch nicht einmal annähernd zu sagen. Es lässt sich nur auf Grund vielfacher Untersuchungen feststellen, dass Oel aus Stärke oder Zucker, Zucker aus Stärke und umgekehrt gebildet werden, dass Asparagin und Eiweisskörper in Wechselbeziehung stehen. Es lässt sich ferner noch nachweisen, dass (entgegen der Assimilation) der Stoffwechsel auch in chlorophyllfreien Zellen und im Finstern stattfindet, dass dabei Sauerstoff durch Athmung aufgenommen wird, die Trockensubstanz der Pflanze daher in Folge der Verbrennung eines Theiles zu Kohlensäure sich verringert, während die Assimilation dieselbe stetig vermehrt, so lange die Production an assimilirter Substanz grösser ist, als der mit Stoffwechsel und Athmung verbundene Gewichtsverlust.

171. Die Producte der Assimilation und des Stoffwechsels werden entweder während der Entwickelung der Pflanze sofort oder nach kurzer Zeit zum Auf- und Ausbau der verschiedensten Organe verwendet, oder sie werden gewissen Organen zugeführt und in diesen in bestimmter Form und grosser Menge aufgespeichert, um in einer späteren Vegetationsperiode als Baumaterial zu dienen. In diesem letzten Falle werden sie als Reservestoffe, die Behälter, in denen sie lagern, als Reservestoffbehälter bezeichnet. Als letztere fungiren besonders die Samen, bei ausdauernden Kräutern und Stauden die Knollen, Zwiebeln und Rhizome, bei holzbildenden Pflanzen die Stämme. So enthalten die Knollen der Kartoffel und die Früchte unserer Getreidearten vorwiegend Stärke, die Georginenknollen Jnulin, die Runkelrüben Rohrzucker, viele Samen fettes Oel und Stärke oder Fett und Eiweissstoffe oder Cellulose (Dattel) als Reservematerial.

172. Die Art des Stoffwechsels und der Stoffwanderung lässt sich am leichtesten an keimenden Samen verfolgen. Bei diesen sind die Reservestoffe entweder in den Keimblättern oder im Endosperm aufgespeichert. Im lufttrockenen Samen sind sie, abgesehen vom fetten Oele, in fester Form enthalten. Kommen Oel und Eiweisskörper in den Zellen vor, so sind letztere als Proteïnkörner (§ 16, Fig. 4) vorhanden; wo dagegen Stärke auftritt, liegen die Eiweissstoffe als kleinkörnige Massen zwischen den Stärkekörnern (Fig. 9a und d im § 42). Während der Quellung der Samen nach der Aussaat verflüssigen sich die Eiweissstoffe mehr oder weniger und mischen sich in ölhaltigen Samen mit dem Fette zu einer trüben Masse (§ 17).

173. Im ruhenden Samen der Lupine befindet sich fettes Oel als stickstofffreies Reservematerial. Noch bevor das Würzelchen die Samenschale durchbricht, ist in diesem reichliche Bildung von Stärke eingetreten, die bald auch im hypokotylen Gliede und im Stiele der Keimblätter nachweisbar ist. Während das Würzelchen in die Länge wächst, verschwindet

diese Stärke in demselben zum Theil wieder, da sie als Baustoff für die Zellwände verwendet wird; neben ihr tritt dann Traubenzucker (Glycose) auf, der sich aus der Stärke bildet und das Material für die Cellulose liefert. In den Keimblättern selbst findet sich zu jeder Zeit der Entwickelung nur wenig Stärke, sowie später Traubenzucker in stets nur geringer Menge, da ja derselbe fort und fort zu den wachsenden Organen sich hinbewegt. In der wachsenden Axe ist der Zucker von den Keimblattstielen an durch das hypokotyle Glied bis in die Wurzel durch Rinde und Mark zu verfolgen; erst in der Nähe der Wurzelspitze wird er spärlicher, in der Wurzelspitze selbst ist er wegen sofortigen Verbrauches nicht mehr nachweisbar. Ebenso nimmt auch die in der Umgebung der Gefässbündel vorkommende Stärke gegen die Wurzelspitze hin ab. Hat die Wurzel etwa 100 Millim. Länge erreicht, so streckt sich auch der jugendliche Stengel unter Entfaltung seiner Blattanlagen. Auch hier sind dann Stärke und Glycose in gleicher Weise, wie im hypokotylen Gliede und der Wurzel, bis kurz unterhalb des Alles verbrauchenden Vegetationskegels zu verfolgen. Von den Keimblättern aus bewegt sich nun der aus dem Fett entstandene Zucker sowohl nach aufwärts als nach unten in die Wurzel in annähernd gleicher Stärke, während vorher der Hauptstrom des Nährstoffes allein abwärts in die energischer wachsenden Theile unterhalb der Keimblätter ging.

174. Richtung und Intensität der Stoffwanderung werden demnach allein durch die Lage des Verbrauchsortes und die Grösse des Verbrauches an diesem bedingt. Die Wanderung der Bildungsstoffe in die austreibenden Knospen eines Baumes und die Rückwanderung der assimilirten Substanz aus den Blättern des entwickelten Zweiges durch diesen in den Reservestoffe ablagernden Stamm liefern hierzu ein vorzügliches Beispiel. Einen besonderen, im Holze aufsteigenden und einen ebenso besonderen, in der Rinde sich abwärts bewegenden Bildungssaft giebt es nicht. Auch für die ältere Pflanze in allen ihren Entwickelungsphasen gilt das gleiche, auch auf die von der Wurzel aus dem Boden aufgenommenen Stoffe sich beziehende Gesetz: wo am meisten verbraucht wird, dahin richtet sich auch die ausgiebigste Bewegung. Bei einjährigen Pflanzen entwickeln sich zuerst die vegetativen Organe am mächtigsten; dann nimmt die Ausbildung der Blüthen eine Menge von Baustoffen in Anspruch und endlich bedingt die Entwickelung der Frucht die Wanderung solcher, um namentlich Reservematerial aufspeichern zu können, während um dieselbe Zeit die assimilirenden Organe schon den Höhepunkt ihrer Thätigkeit überschritten haben. Beim Roggen hat die organische Substanz 15—20 Tage vor der Reife ihren Höhepunkt erreicht Um diese Zeit wandert alles vorhandene organische und anorganische Bildungsmaterial in die Frucht. Die vegetativen Theile werden ärmer an Substanz, da die Stärke und verwandte Körper mit den stickstoffhaltigen Verbindungen aus Stengel und Blatt verschwinden und selbst die Chlorophyllkörner mehr oder weniger zerstört werden, um mit einem Theile ihres Materiales an der Aufspeicherung der Reservestoffe in der Frucht Antheil zu nehmen.

Aehnliches geschieht bei perennirenden Pflanzen, deren oberirdische Theile jährlich absterben, bei der Ueberführung der Reservestoffe aus den oberirdischen Theilen in die unterirdischen Reservebehälter, ähnliches bei

den Holzgewächsen vor dem Abwerfen der Blätter. Ein Rest von Bildungsmaterial bleibt freilich, abgesehen von den Membranen der Zellen, immer in den absterbenden Organen unverwerthet, mit diesen für die betreffende Pflanze zu Grunde gehend, zurück.

175. Mit dem stickstofffreien Baumaterial bewegen sich gleichzeitig auch die Zersetzungsprodukte der Eiweisskörper in die zu ernährenden Organe, um hier an der Bildung des Zellenplasmas sich zu betheiligen. Bei der Lupine entsteht aus dem Eiweiss ein stickstoffhaltiger Körper, das Asparagin, welches an den Orten, wo der Zucker auftritt, dadurch nachweisbar ist, dass es durch absoluten Alkohol in Form grosser rhombischer Prismen ausgeschieden wird. Erst mit dem Verschwinden der letzten Eiweisskörper aus den Keimblättern, welches erst erfolgt, wenn das Fett aus ihnen bereits längere Zeit entleert ist, verschwindet auch das Asparagin aus der wachsenden Lupine, um von nun an nie wieder in derselben aufzutreten.

176. Wird eine keimende Lupine im Dunkeln oder in kohlensäurefreier Atmosphäre gezogen, so dauert ihr Wachsthum nur so lange, als die stickstofffreien Reservestoffe in den Keimblättern reichen, da ja nach Verbrauch derselben keine Assimilation stattfinden kann, welche neue organische Substanz bildet. Das Asparagin wird sogar in einem solchen Falle nicht verbraucht; denn eine unter den angegebenen Verhältnissen gezogene Pflanze enthält nach dem Absterben diese Stickstoffverbindung noch in reichlicher Menge. Bei Tropaeolum, dessen Keimpflanzen ebenfalls Asparagin bilden, verschwindet dasselbe auch im Dunkeln, weil hier stickstofffreie und stickstoffhaltige Reservestoffe in einem solchen Mengenverhältnisse im Samen vorhanden sind, dass beide gleichzeitig aufgebraucht werden.

177. Für andere keimende Samen gilt das über Lupinus bezüglich der stickstofffreien Reservestoffe Gesagte in gleicher Weise, mögen die letzteren in Keimblättern oder im Endospermgewebe aufgespeichert sein. In den meisten Fällen ist nachweisbar Traubenzucker der transportirte Baustoff, dessen Leitung vorzüglich in den parenchymatischen Geweben erfolgt und der in der Nähe der Verbrauchsstätte stets spärlicher wird, an dieser selbst nicht mehr existirt. Das Auftreten transitorischer Stärke (§§ 44 und 173) in Zellen, die auf Kosten dieser zunächst ein lebhaftes Wachsthum ausführen, ist ebenfalls eine häufige Erscheinung.

In endospermhaltigen Samen ist das Endosperm um so reicher an Reservestoffen, je kleiner der Embryo ist. Der Uebertritt der gelösten Baustoffe aus dem Endosperm findet dann mit Hülfe der dem letzteren dicht angeschmiegten Keimblätter statt, die sich dabei selber vergrössern und so mit dem Endosperm in dauernder Berührung bleiben, wie dies vorzüglich bei der keimenden Dattel sichtbar ist. In dieser bildet die Cellulose der stark verdickten, hornartigen Zellwände das Reservematerial für die Ernährung des Keimpflänzchens und diese Zellwände werden bis auf dünne Lamellen (der Intercellularsubstanz) gelöst, während der im Samen steckenbleibende Theil des Keimblattes mehr und mehr anschwillt, napfförmig wird und schliesslich den grössten Theil des Samens ausfüllt.

Ob hier und in anderen Fällen (§ 182) von den Keimblättern ein Stoff ausgeschieden wird, welcher die Lösung des Endosperms bewirkt, ist un-

gewiss, doch wahrscheinlich, da die Resorption der Reservestoffe stets nur in der Nähe der Keimblätter erfolgt.

Auch für die Ueberführung der stickstofffreien Reservestoffe aus Knollen, Zwiebeln, Rhizomen und Stämmen nach den Verbrauchsstätten und die Art der Umwandlung derselben lässt sich ein ähnliches Bild, wie für die Keimung der Samen entwerfen.

178. Dagegen verhält sich bezüglich des stickstoffhaltigen Materiales die Mehrzahl der Pflanzen anders, wie die Lupine und andere Papilionaceen. Wo man bei ihnen Asparagin kennt, ist dasselbe in zu geringer Menge vorhanden, um eine wesentliche Rolle spielen zu können und andere, die Stelle des Asparagins vertretende Stoffe, die aus den Reserve-Eiweisskörpern entstehen, sind zur Zeit mit Sicherheit nicht bekannt, da sich diese Verbindungen mit den uns zu Gebote stehenden mikrochemischen Methoden nicht nachweisen lassen.

Für den Transport stickstoffhaltiger (Eiweiss-) Körper muss dagegen in den meisten Fällen der Weichbast (§ 87c) als leitendes Gewebe betrachtet werden. Sind in ihm Eiweisskörper in genügend grösserer Menge enthalten, so lassen sie sich durch ihre Reaction gegen Kupfervitriol und Kali (§ 9) leicht nachweisen. Auch experimentell lässt sich die Rolle des Weichbastes beim Transport der stickstoffhaltigen Nährstoffe feststellen. Ringelt man Zweige (z. B. Weidenzweige) in ihrem unteren Theile bis auf das Holz und stellt sie darauf in Wasser, so treibt das obere Ende derselben nicht allein seine Knospen zu beblätterten Zweigen aus, sondern es entwickelt auch meist zahlreiche und kräftige Wurzeln, während das unter der Ringelung gelegene Stück des Zweiges zufällig vorhandene Knospen kümmerlich, Wurzeln nur in geringem Maasse oder gar nicht ausbildet. In diesem unteren Ende genügen offenbar die im Gewebe der (primären und secundären) Rinde, des Holzes und des Markes aufgespeicherten Stoffe zu irgend welchen bedeutenden Neubildungen nicht. Da aber nachgewiesen ist, dass stickstofffreie Reservestoffe auch durch Holz und Mark transportabel sind, diese also dem unteren Theile des geringelten Zweiges zugeleitet werden können, so muss hauptsächlich der Mangel stickstoffhaltiger Nahrung die Ursache der kümmerlichen Entwickelung des Zweigendes unter der Ringelungsstelle sein. Noch deutlicher tritt dies bei Zweigen hervor, die (wie Oleander und manche Solaneen) auch auf der Innenseite der Fibrovasalstränge, dem Marke angrenzend, Weichbast führen. Bei diesen, sowie bei Pflanzen, welche im Markkörper noch Gefässbündel entwickeln (Piperaceen, Nyctagineen), sind auch nach der Ringelung des peripherischen Bastkörpers noch Communicationswege offen, welche dem unter der Ringelung gelegenen Zweigstücke mikrochemisch nachweisbare Eiweisskörper zuführen.

179. Allerdings werden neben Eiweissstoffen gleichzeitig im Weichbaste auch stickstofffreie Baustoffe transportirt, wie unter anderem das Vorkommen von Stärke in den Siebröhren (§§ 44 und 87a) und der Durchtritt dieses Körpers durch die Siebplatten derselben beweist. Die Arbeitstheilung ist also bei der Stoffwanderung keine absolute, sondern eine relative, wie auch für das Grundgewebe die Wanderung des Asparagins (§ 175) neben Zucker bestätigt.

Ferner ist es fraglich, ob die Eiweisskörper bei ihrer fast völligen Un-

fähigkeit, Membranen zu passiren, als solche von Zelle zu Zelle wandern, oder ob sie vorher in diffussionsfähigere Stoffe umgewandelt werden. Dass letzteres wahrscheinlich ist, zeigt der Umstand, dass in den im § 177 erwähnten Fällen des Vorkommens markständiger Bastkörper oder vollständiger Fibrovasalstränge die von diesen geführten Eiweissstoffe, wenn sie plastisch wirken sollen, doch quer durch den Holzkörper diffundiren müssen, um an den Orten der Wurzelanlagen in der Rinde verwendbar zu sein. Dasselbe zeigen Weidenzweige mit schraubig geringelter Rinde, in der dann die oft durchschnittenen Siebröhren auch nur seitlich in Verbindung treten können, wenn sie den zahlreich zur Entwickelung kommenden Wurzeln stickstoffhaltiges Material zuführen sollen.

In manchen Pflanzen führen auch die Milchsaftgefässe (§ 94) plastische, stickstoffhaltige und stickstofffreie Baumaterialien für die Pflanze mit sich, wenn auch die meisten Bestandtheile des Milchsaftes als Excrete zu betrachten sind. In abgeschnittenen und dann austreibenden Zweigen des Maulbeerbaumes wird der Milchsaft ärmer an Stoffen.

180. Was für die Fortbewegung der Reservestoffe in die keimende oder austreibende Pflanze Gültigkeit hat, darf auch, wie schon hier und da angedeutet wurde, von den assimilirten, dem Stoffwechsel unterliegenden Baustoffen gesagt werden. Die im Chlorophyll unter dem Einflusse des Lichtes erzeugte Stärke wird bei Tag und Nacht in den löslichen Traubenzucker übergeführt und als solcher nach seinen Verbrauchsorten transportirt, an denen er andere chemische Umwandelungen erfährt. Freilich geschieht die Lösung der Stärke nicht zu allen Zeiten mit gleicher Energie, bei starkem Verbrauch rascher, als bei schwächerem. Bei stark verminderter Assimilation oder gänzlichem Aufhören derselben verschwindet die Stärke vollständig aus den Chlorophyllkörnern, da im ersteren Falle die Production hinter dem Verbrauche zurückbleibt, im letzteren überhaupt ganz wegfällt. Wir sehen daher auch während der Nacht, in der eine ganze Reihe von Neubildungen stattfinden, die am Tage erzeugte Stärke mehr oder weniger vollständig aus dem Chlorophyll verschwinden, während bei Beginn der Lichtwirkung (§ 166) solche wieder neu gebildet wird.

181. Bezüglich der Wanderung der durch den Stoffwechsel erzeugten löslichen Verbindungen gelten die bereits im § 161 gegebenen Erörterungen. Wird beispielsweise an irgend einem Orte in der Pflanze, wie in der Wurzel der Runkelrübe, Traubenzucker (oder Glycose) in grösserer Menge verbraucht, so bewegt sich der in den assimilirenden Blättern aus der Stärke gebildete Zucker dorthin. Dadurch aber, dass in den Zellen der Runkelrübe die eingewanderte Glycose in Rohrzucker umgewandelt wird, die Glycoselösung also an Concentration sinkt, während durch stetig neu gebildete Glycose in den Blättern die Concentration der Lösung sich steigert, wird das moleculare Gleichgewicht der Lösung in der Pflanze gestört: die Rübe wirkt als Anziehungscentrum und veranlasst dauerndes Zuströmen von Traubenzucker unter fortwährender Umwandelung desselben in Rohrzucker, der mithin in stetig sich steigernder Menge aufgespeichert wird. Dasselbe gilt, wenn in dem Samen einer Pflanze Stärke, Fett oder Cellulose, in der Georginenknolle Inulin aus dem einwandernden Zucker gebildet wird.

182. Wie bei Keimpflanzen in endospermhaltigen Samen durch die Keimblätter die Reservenahrungsstoffe dem Endosperm gewissermassen durch Aufsaugung entzogen werden (§ 177), so müssen auch Parasiten und Humusbewohner ihren Nährpflanzen oder den in Zersetzung begriffenen organischen Stoffen des Bodens bereits vorgebildete organische Verbindungen entnehmen. Die Parasiten besitzen zu diesem Zwecke Saugorgane (Saugwurzeln, Haustorien), welche in die Wirthpflanze eindringen und in dieser sich häufig vielfach verzweigen (Haustorien von Peronospora, Mycelium parasitischer Pilze, die sogenannten Rindenwurzeln von Viscum). Bei Cuscuta löst sich der in die Nährpflanze einwachsende Gewebekörper des Haustoriums sogar pinselartig in eine grössere oder geringere Anzahl von isolirt fortwachsenden Zellenfäden auf, die mit dem Mycelium eines Pilzes sich vergleichen lassen. Da der Anschluss der in die Wirthpflanze eingedrungenen Organe des Parasiten an die Gewebe der ersteren ein sehr inniger ist, so können natürlich die vom Wirth assimilirten Stoffe, wenn sie von dem Schmarotzer gebraucht werden, auf dem Wege der Stoffwanderung in die aufnehmenden Organe des letzteren ebenso leicht übergehen, wie z. B. die im Stamme erzeugten Nährstoffe in eine austreibende Knospe. Chlorophyllreiche Parasiten (Loranthaceen, Santalaceen, Rhinanthaceen) nehmen natürlich, da sie selber assimiliren, der Hauptsache nach nur Wasser und die in diesem gelösten Mineralstoffe aus ihrer Wirthpflanze auf.

Von den auf sich zersetzender organischer Substanz wachsenden Fäulnissbewohnern (Saprophyten — vielen Pilzen, Monotropa, Neottia, Corallorrhiza etc.) werden wahrscheinlich, wie von den Keimblättern mit Endosperm versehener Samen (§ 177), Stoffe ausgeschieden, welche die im Humus befindlichen organischen Verbindungen zu lösen vermögen. Bei Saprophyten, denen Wurzeln ganz fehlen (Corallorrhiza), oder bei denen sie wenig entwickelt sind (Neottia), ist vielleicht die ganze Körperoberfläche für die Aufnahme von Nährstoffen geeignet, namentlich so lange diese Pflanzen noch ganz im Boden verborgen stecken.

2. Die Athmung.

183. Unter Athmung versteht man, wie bei den Thieren, so auch bei der Pflanze die Aufnahme von Sauerstoff aus der Atmosphäre und die Verbrennung eines Theiles der organischen Substanz mit dem aufgenommenen Sauerstoffe zu Kohlensäure, welche von der athmenden Pflanze ausgehaucht wird. Gewiss werden dabei gleichzeitig auch kleine Mengen von Wasser gebildet.

Mit der Ernährung durch die Assimilation und den Stoffwechsel darf aber die Athmung, wie oft geschieht, nicht zusammengeworfen werden. Bei der Assimilation wird ja organische Substanz stetig gebildet und die vorhandene dadurch vermehrt, während durch Athmung im Gegentheile die organische Substanz der Pflanze eine Verminderung erleidet; die Assimilation ist ein Reductionsprocess, die Athmung ein Oxydationsprocess.

184. Bei der im Dunkeln weilenden Pflanze (also im normalen Verlaufe des Nachts) findet nur Athmung, im Lichte (am Tage) Assimilation und Athmung gleichzeitig statt. Im letzteren Falle tritt dabei die Athmung gegenüber der Assimilation mehr zurück, so dass trotz oft be-

deutender Verluste an organischem Material durch Verbrennung zu Kohlensäure dennoch der Ueberschuss an neu gebildeter organischer Substanz so bedeutend ist, dass eine stetige Zunahme des Trockengewichtes der Pflanze erfolgen kann. Wird dagegen eine Pflanze, z. B. ein keimender Same, unter Abschluss des Lichtes cultivirt, so tritt, da keine Zufuhr von Bildungsmaterial durch Assimilation erfolgt, in Folge allein stattfindender Athmung ein beträchtlicher Gewichtsverlust an Trockensubstanz und damit Stillstand im Wachsthum ein, bis endlich die Pflanze ganz zu Grunde geht.

185. Auf der anderen Seite ist aber die Sauerstoffathmung für die normale Entwickelung jeder Pflanze unbedingt nothwendig. Ohne dieselbe findet kein ausgiebiger Stoffwechsel statt, da auch durch sie fortwährend das chemische Gleichgewicht der Stoffe innerhalb der Gewebe gestört und in Folge dessen die innere Bewegung erhalten wird. Denn durch die Verbindung des Sauerstoffes mit einem Theile der organischen Substanz werden durch Zersetzung dieser chemische Aenderungen auch in anderen Theilen der Pflanze bewirkt, die zu Diffusionsströmungen führen, welche für den Austausch der Stoffe nöthig sind (§ 181). Je energischer deshalb die Athmung vor sich geht, um so energischer ist auch der Stoffwechsel und umgekehrt. Man findet daher die kräftigste Athmung bei keimenden Samen, sich entfaltenden Blüthen und Knospen u. s. w. Wächst eine Pflanze in sauerstofffreier Atmosphäre, so findet kein Wachsthum statt und die Pflanze stirbt.

186. Die in Folge der Verbrennung organischer Substanz bei der Athmung frei werdende Wärme ist bei den allermeisten Pflanzen nicht wahrnehmbar, da durch die Wärmestrahlung in Folge bedeutender Flächenentwickelung, durch Transpiration und durch rasche Vertheilung der frei werdenden Wärme auf das die Gewebe massenhaft durchtränkende Wasser der Temperaturerhöhung der Pflanze Schranken gesetzt sind, abgesehen davon, dass die Athmung eben nur in besonderen Fällen eine sehr ausgiebige ist. In solchen Ausnahmefällen, wie sie Massen keimender Samen oder Früchte (z. B. der Gerste bei der Malzbereitung), sich entwickelnde Blüthenstände (z. B. von Compositen und namentlich solche der Aroideen) u. s. w. bieten, gelingt dann unter Beobachtung der nöthigen Vorsichtsmaassregeln auch der Nachweis einer oft bedeutenden Temperatursteigerung. In einer einzelnen Blüthe einer Nymphaea betrug diese 0,6°, in einer solchen vom Kürbis 0,8° C; bei 100—200 keimenden Erbsen wurden 1,5°, in Blüthenkolben der Aroideen 4—5 und selbst 10° C Selbsterwärmung beobachtet.

Die an einzelnen Pilzen, wie Agaricus olearius (Südeuropa), A. Gardneri (Brasilien), A. igneus (Amboina) und Rhizomorpha-Arten beobachtete Entwickelung eines hell phosphorescirenden, weissen, bläulichen oder grünlichen Lichtes hängt ebenfalls von der Athmung ab.

Auch die Bewegung des Plasmas, sowie die periodischen und Reiz-Bewegungen gewisser Organe (z. B. der Mimosenblätter) hören bei Entziehung des Sauerstoffes auf.

3. Die Bewegung des Wassers in der Pflanze.

Die in den folgenden Abschnitten einzeln in ihrem Verlaufe dargestellten Erscheinungen der Wasserbewegung stehen in der lebenden Pflanze

in einem solchen Zusammenhange, dass nur das Zusammenwirken aller bei ihnen thätigen Kräfte im Stande ist, einen für das Leben der Pflanze genügenden Wasserstrom zu erzeugen.

1. Die langsame Bewegung des Wassers während des Wachsthums.

187. Dass bei den der Ernährung der Pflanze dienenden Vorgängen der Assimilation und des Stoffwechsels bedeutende Quantitäten von Wasser verbraucht werden, bedarf nach dem in den betreffenden Abschnitten Gesagten keiner weitläufigen Erörterung. Für die Assimilation muss das Wasser den zur Bildung der Kohlehydrate nöthigen Wasserstoff liefern, der auch in die Formel einer ganzen Reihe anderer chemischen Verbindungen eintritt. Wasser ist das Transportmittel der im Boden gelösten anorganischen Nährstoffe, sowie Lösungs- und Transportmittel der Producte des Stoffwechsels.

Die Geschwindigkeit und die Richtung der bei den genannten Vorgängen stattfindenden Wasserströmung ist daher auch von der Energie und dem Orte dieser Processe abhängig. Von den Verbrauchsstätten aus erstreckt sich die Anziehung auf frische, zur Verwendung kommende Wassertheilchen zunächst auf die angrenzenden Zellen oder Gewebe, von diesen auf weiter rückwärts liegende und so fort. Lässt man eine Zwiebel oder eine Kartoffel in feuchter Luft austreiben, so wird dabei die Wasserentziehung rückwärts sich nur bis auf die fleischigen Schuppenblätter der Zwiebel wie auf die Kartoffelknolle erstrecken und beide werden nicht allein in Folge des Verschwindens der Reservestoffe, sondern auch des Wasserverlustes wegen erschlaffen. Mit dem Verbrauche dieses Wassers wird der Trieb aber zu Grunde gehen. Pflanzt man dagegen die treibende Zwiebel oder Knolle in die Erde, so erstreckt sich mit beginnender Entwickelung der Wurzeln die Wasserbewegung auch auf diese und von ihnen aus auf das im Boden befindliche Wasser (§ 159).

Gleichgewichtsstörung im Wassergehalte der verschiedenen Zellen ist auch hier die Ursache der Bewegung des Wassers von Zelle zu Zelle; bewirkt wird diese Störung durch die Imbibition der Membranen und des Protoplasmas mit Wasser, sowie durch die Anziehung des letzteren von Seite der in der Zelle gelösten und sich lösenden Stoffe. An der Fortbewegung selbst betheiligen sich sämmtliche Gewebe der Pflanze.

2. Die Transpiration.

188. Unter Transpiration versteht man die Verdunstung von Wasser aus den Geweben der Pflanze. Diese Verdunstung findet sowohl an der gesammten Oberfläche, als auch im Inneren der Pflanze statt. Im letzteren Falle sind es die Intercellularräume, welche den Wasserdampf aufnehmen und ihn durch die Spaltöffnungen der äusseren Atmosphäre zuführen.

Da der Zellinhalt der pflanzlichen Gewebe durch die umhüllende Membran geschützt ist, so wird zunächst die letztere bei der Verdunstung ihr Wasser abgeben. Sie wird aber dieses auf diosmotischem Wege auch sofort wieder aus dem ihr angrenzenden Plasma und durch dieses aus dem

Zellsafte ergänzen, so dass dadurch auch der Zellinhalt in Mitleidenschaft gezogen wird.

189. Die Grösse der Verdunstung seitens der Pflanze hängt sowohl von dem Baue der letzteren, als auch von äusseren Bedingungen ab. Untergetaucht im Wasser vegetirende Pflanzen unterliegen natürlich der Verdunstung nicht.

Organe welche durch starke Kork- und Borkelagen geschützt sind, werden in Folge der physikalischen und chemischen Beschaffenheit dieser vor Verdunstung geschützt sein oder derselben nur in geringem Maasse unterliegen (Stämme unserer Bäume – das Experiment leicht an geschälter und ungeschälter Kartoffel zu machen). In gleichem Sinne wirken Cuticularbildungen. Sind dieselben von geringer Entwickelung, so beschränken sie die Transpiration nur wenig (Wurzeln; krautige, dünne Blätter); mächtige Ausbildung der Cuticula und cuticularisirten Schichten dagegen schützt in hohem Grade (immergrüne Blätter, Cactusstämme), um so mehr, wenn gleichzeitig bedeutende Wachsmengen den Membranen auf- oder eingelagert sind.

Auf der anderen Seite wird die Verdunstung gesteigert durch Nichtcuticularisirung der Membranen und durch möglichst starke Flächenausbreitung der Organe, namentlich der Blätter, die durch Behaarung noch vergrössert wird.

190. Die in die Intercellularräume verdunstende Wassermenge wird um so ergiebiger sein, je weiter die Intercellularräume und je wasserreicher die angrenzenden Zellen sind. Der im Inneren der Pflanze ausgeschiedene Wasserdampf wird durch die Spaltöffnungen der Atmosphäre zugeführt. Bei Gewächsen mit starken Cuticularbildungen und Wachsablagerungen auf oder in denselben sind daher die Intercellulargänge mit den Spaltöffnungen die Hauptorgane der Transpiration, deren Grösse dann von der Weite der ersteren und Zahl der letzteren abhängig sein wird. Indessen steigt auch bei anderen Pflanzen die Verdunstung mit der Zahl der auf einer bestimmten Fläche befindlichen Spaltöffnungen; die Unterseite der Blätter verdunstet daher in der Regel mehr Wasser, als die Oberseite derselben in gleicher Zeit.

Für die Entleerung des Wasserdampfes aus den Intercellularräumen ist die Steigerung der Spannung desselben in diesen Organen, wie das Sinken der Dampfspannung ausserhalb der Pflanze maassgebend.

191. Unter den äusseren Bedingungen für die Transpiration spielt zuerst der Feuchtigkeitsgehalt der Luft eine bedeutende Rolle, da (bei sonst gleichen Bedingungen) mit der Steigerung desselben die Menge des von der Pflanze verdunsteten Wassers sich verringert, mit dem Sinken des Wassergehaltes der Luft aber die Transpiration gesteigert wird. Im mit Wasserdampf gesättigten Raume ist die Verdunstung einer Pflanze fast Null In einer sehr trockenen Atmosphäre tritt dagegen, falls nicht eine ausgiebige Wasserzufuhr nach den transpirirenden Organen hin stattfindet, ein rasches Welken ein, in Folge der durch den bedeutenden Wasserverlust verminderten Turgescenz. Da von den Blättern einer Pflanze Wasser, welches deren Oberfläche (als Regen oder Thau) netzt, nicht oder in kaum bemerkenswerther Menge aufgenommen wird, so ist das rasche Straffwerden gewelkter Pflanzen nach einem Regen nur auf den höheren

Feuchtigkeitsgehalt der Luft, der die Transpiration vermindert, und auf die gesteigerte Wasserzuleitung aus dem Boden zurückzuführen.

Epiphytische Pflanzen nehmen ihren Bedarf daher auch nur aus demjenigen Wasser, welches als Regen und Thau ihre Wurzelhüllen (§ 79), etwaige Wundflächen und die Rinde, auf der sie wachsen, benetzt.

192. Von weiterem Einflusse auf die Grösse der Transpiration ist natürlich die Temperatur. Je höher dieselbe steigt, um so mehr wird auch die Verdunstung zunehmen, besonders, wenn gleichzeitig der Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre sich verringert.

Ferner wirken stärkere Erschütterungen und Beugungen der Pflanzentheile, durch Wind oder andere Kräfte verursacht, steigernd auf die Transpiration, insofern durch sie die Intercellularräume stellenweise durch Pressung verengert werden, der eingeschlossene Wasserdampf aber in Folge dessen comprimirt und durch die Spaltöffnungen rasch ausgestossen wird. Je heftiger die Erschütterung ist, um so stärker werden die Störungen in der Dampfdichtigkeit sein. Da aber der ausgestossene Wasserdampf, durch sofort in die Intercellularräume mittelst der Spaltöffnungen eindringende atmosphärische Luft ersetzt wird, so tragen derartige Erschütterungen wesentlich zur stetigen Erneuerung der inneren Atmosphäre der Pflanze bei.

193. Sehr leichte mechanische Erschütterungen vermindern ähnlich wie die kurz dauernde Einwirkung von Inductionsströmen die Transspiration. Schliessung des Porus der Spaltöffnung, die in letzteren Fällen beobachtet wurde, ist vielleicht auch in den ersteren Ursache der Erscheinung.

Inwiefern das Licht einen Einfluss auf die Verdunstung ausübt, ist vielfach noch nicht sicher gestellt. Im Lichte öffnet sich der Porus der Spaltöffnungen stärker, als im Dunkeln, wo er mehr oder weniger geschlossen bleibt. Damit, sowie mit der gleichzeitig eintretenden Temperaturerniedrigung und grösseren Luftfeuchtigkeit, scheint die geringere Verdunstung einer Pflanze während der Nacht in Beziehung zu stehen.

Auch die Beschaffenheit der Nährstofflösungen soll Einfluss auf die Transpiration ausüben. Verdünnte Säuren sollen dieselbe beschleunigen, verdünnte Alkalien sie hemmen, einfache Salzlösungen die Pflanze zu stärkerer Verdunstung veranlassen, als destillirtes Wasser, dagegen gemischte Nährstofflösungen dieselbe herabsetzen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass zwar das Wasser aus einer Salzlösung um so schwieriger verdunstet, je concentrirter diese ist, dass aber dabei die aus dem Zelleninhalte sich mit wieder verdunstendem Imbibitionswasser stets versorgenden Zellmembranen eine nicht unwesentliche Rolle mitspielen.

3. Die Wasserströmung im Holze.

194. Der durch die Transpiration stetig hervorgerufene Wasserverlust hat eine in der Pflanze stattfindende, nach Maassgabe der Verdunstung schwächere oder stärkere Wasserströmung zur Folge, deren Richtung, wie bei anderen derartigen Strömungen, nach der jeweiligen Stätte des stärksten Verbrauches geht. Während die durch die Ernährungsvorgänge hervorgerufene Wasserbewegung eine langsame und durch alle Gewebe gehende ist (§ 187), wird die durch die Verdunstung bedingte energischere

Strömung nur im Holzkörper der Fibrovasalstränge beobachtet. Werden bei einem Baume die übrigen Gewebe mit Ausnahme des Holzes durch Ringelung und Ausbohrung unterbrochen, so übt eine derartige Verletzung keinen Einfluss auf den Wasserverlust der transpirirenden Theile desselben aus. Zweige, welche in Farbstofflösungen gestellt werden, lassen diese nach einer bestimmten Zeit mehr oder minder hoch im Holzkörper, und nur in diesem, nachweisen.

Dazu kommt, dass mit dem zunehmenden Alter der Pflanze und mit dem Grade der Belaubung auch der Holzkörper an Stärke zunimmt und so der sich steigernden Transpiration genügt, während bei nicht verdunstenden Wasserpflanzen (Elodea etc.) der Holzkörper sehr wenig entwickelt wird, wobei natürlich auch die mechanische Leistung desselben (§ 91) in Anschlag gebracht werden muss.

Während bei Gefässkryptogamen und Monocotyledonen entsprechend der Anzahl der isolirten Gefässbündel mehr oder minder zahlreiche Strombahnen für das Wasser geschaffen werden, bewegt sich im Stamme der Laub- und Nadelhölzer dieses als ein einziger mächtiger Strom aufwärts, der sich allmälig in so viel Arme theilt, als Aeste vom Stamme abgehen, und dessen feinste Verzweigungen den letzten Gefässbündelausläufern in der Nervatur der Blätter entsprechen: das umgekehrte Bild eines reich entwickelten Flusssystemes.

195. Die Rückwirkung der verdunstenden Gewebe auf die zunächst gelegenen Wasserbahnen ist dieselbe, wie die bei der Ernährung stattfindende (§ 187). Sie erstreckt sich auch hier abwärts bis über die Wurzeln hinaus auf das im Boden vertheilte Wasser.

Transpiration und Wasserströmung im Holze müssen daher auch im bestimmten Verhältnisse zu einander stehen. Wird mehr Wasser verdunstet, als von der Wurzel zugeführt wird, so tritt Welken der grünen Organe ein, das so lange dauert, bis Wasserzufuhr oder Feuchtigkeitsgehalt der Luft entsprechend gesteigert werden (§ 191). Es wird daher auch der Wasserstrom im Holze zu verschiedenen Zeiten mit sehr ungleicher Energie stattfinden, rascher bei völlig entwickelter Belaubung und stärkerer Transpiration, langsamer bei beginnender Entfaltung des Laubes und geminderter Verdunstung. Die Geschwindigkeit der Strömung selbst hat man dadurch zu bestimmen versucht, dass man Zweige Salzlösungen (z. B. Lithionsalze) aufnehmen liess, die sich spectralanalytisch in den zu bestimmter Zeit zerschnittenen Zweigstücken nachweisen lassen. Für Philadelphus ergab sich dadurch eine Geschwindigkeit von $4^1/_2$, für Amarantus von etwa 6, für Helianthus-Blattstiele von über 10 (bei vorheriger starker Insolation über 22) Meter in einer Stunde.

196. Da die der Wasserströmung dienenden Elemente der Fibrovasalstränge keinen Inhalt führen (§ 86), insofern zur Zeit der stärksten Transpiration selbst die neu angelegten Holzzellen und Gefässe diesen bereits zur Ausbildung ihrer Wände verbraucht haben, da ferner die Membranen der betreffenden Zellen selbst vielfach von Porencanälen durchbrochen sind, so müssen wir annehmen, dass nicht diosmotische Vorgänge zwischen den einzelnen Zellen Ursache der Bewegung sind. Diese muss vielmehr der Hauptsache nach eine in den Molecularinterstitien der Membran (§ 28) stattfindende Capillarbewegung sein, zu der sich allenfalls eine zweite

capillare Strömung einer dünnen Wasserschicht entlang den Innenwänden der leitenden Zellen gesellt. Dass nicht die ganze Zellhöhlung, jedenfalls nicht zu allen Zeiten, als Capillarrohr ergiebig wirken kann, zeigt der Umstand, dass diese meistens nur Luft führt. Ist ferner zur Zeit grossen Wasserüberflusses (z. B. im Frühjahre bei beginnender Transpiration, nach anhaltendem Regen) Wasser in ihr vorhanden, so sind die capillaren Wassersäulen in der Regel von Luftsäulen unterbrochen, also in hohem Grade unbeweglich, wenn nicht auf den Stamm eine Temperaturerhöhung einwirkt, welche die Wassersäulen in den Holzzellen und Gefässen in Folge der Luftausdehnung in Bewegung setzt. (Bei kaltem Wetter abgeschnittene Aststücke lassen an dem einen Ende Wasser ausfliessen, wenn man das andere Ende erwärmt.)

Unterstützt wird die Annahme einer Capillarbewegung weiter dadurch, dass die Leitung des Wassers im Holzkörper in gewissen Fällen auch in der Richtung von oben nach unten, also umgekehrt wie gewöhnlich, erfolgen kann. Stellt man aus Zweigen ausgeschnittene Stücke mit ihrem der Zweigspitze entsprechenden Ende in Wasser, so werden eben so gut Wurzeln an letzterem entwickelt und die Knospen zum Austreiben gebracht, wie im normalen Falle. Der bei der Ernährung und bei unverletztem Zweigende geltend gemachte Einfluss ungleich concentirter Lösungen auf diosmotische Bewegungen fällt hier fort.

197. Trocknet das Holz abgeschnittener Zweige bis zu einem gewissen Grade an der Schnittfläche aus und werden solche Zweige dann in Wasser gestellt, so ist das ausgetrocknete Ende derselben nicht mehr im Stande, den oberen Theilen des Zweiges das durch Verdunstung verloren gehende Wasser durch Aufsaugung zu ersetzen. Auch bei erst wenig verholzten jüngeren Zweigen ist verminderte Leitungsfähigkeit für Wasser die Ursache, weshalb solche Triebe, abgeschnitten und ins Wasser gesetzt, in der Regel dennoch bald welken. Die über der Schnittfläche gelegenen Gewebe entziehen der letzteren sofort eine zu grosse Menge Wasser, als dass diese durch einfache Berührung mit Wasser ersetzt würde. Einpressen von Wasser mittelst Quecksilbermanometer, oder unter Wasser erfolgende Anlage einer neuen Schnittfläche eine Strecke oberhalb der alten, stellt die alte Leitungsfähigkeit wieder her.

Auch das Kernholz (§ 111) eines Stammes leitet das Wasser bedeutend schlechter, als der Splint, so dass bei Wegnahme des letzteren die Krone häufig bald vertrocknet.

4. Der Wurzeldruck.

198. Schneidet man den Stamm einer kräftig vegetirenden Pflanze (Sonnenrose, Georgine, Tabak, Birke, Ahorn, Weinstock) mit gut entwickeltem Wurzelsystem eine kurze Strecke über dem Boden durch, so fliesst aus dem Wurzelstumpf eine je nach der Pflanze mehr oder minder reiche Menge von Wasser aus, eine Erscheinung, die man an im Frühjahre abgeschnittenen Reben, Birken und dergl. Gewächsen als Blutung bezeichnet. In manchen Fällen hält die Kraft, mit der dieses geschieht, einem ziemlich bedeutenden Quecksilberdrucke (bei Urtica urens bis 283, beim Weinstock sogar bis 804 Millimeter) das Gleichgewicht.

Der Sitz dieser als Wurzeldruck bezeichneten Kraft ist in der

Wurzel zu suchen, da ja Stamm und Blätter bei diesen Experimenten in Wegfall kommen. Man nimmt an, dass die das Wasser mit grosser endosmotischer Kraft aus dem Boden aufsaugenden und daher stark turgescirenden Zellen der Wurzeloberfläche dieses Wasser mit einer solchen Kraft in die weiter innen gelegenen Zellen hinein filtriren, dass der Filtrationswiderstand in den Zellenwänden durch die endosmotische Kraft bedeutend überwunden wird, dass also durch die prall gefüllten und immer noch mehr aufsaugenden Parenchymzellen der Wurzel so viel Wasser in die Gefässe und Tracheïden des Holzes gepresst wird, als die ersteren aufnehmen.

Dieser Wurzeldruck kann bei abgeschnittenen Wurzelstöcken je nach der Pflanze bis zu 10 Tagen dauern, das Volumen des ausgeflossenen Wassers das des Wurzelstockes bedeutend übertreffen.

199. Ueberwiegt bei Pflanzen von nicht zu bedeutender Höhe der Wurzeldruck die Transpiration, so ist er im Stande, Wasser in Tropfenform an den Spitzen der Blätter und den Zähnen des Blattrandes auszupressen. Die Erscheinung ist namentlich dann mit Leichtigkeit hervorzurufen, wenn man die geeigneten Pflanzen (Gräser, Aroideen etc.) bei genügendem Wassergehalte des Bodens unter Glasglocken wachsen lässt. Auch manche ein- oder wenigzellige Pflanzen (Penicillium, Mucor, unter höheren Pilzen Merulius) scheiden in Folge endosmotischer Spannung ihrer Zellen Wassertropfen an deren Oberfläche aus; bei ihnen wirken die im feuchten Substrate verbreiteten Myceliumzweige wie die Wurzel einer höher entwickelten Pflanze. Dagegen hängen die Ausscheidungen in den Nectarien mancher Blüthen (Fritillaria) und in den Kannen von Nepenthes, wenn sie auch auf bedeutende endosmotische Kräfte in dem benachbarten Gewebe schliessen lassen, wohl nicht mit dem Wurzeldruck zusammen, da dieselben auch bei abgeschnittenen Zweigen stattfinden.

200. So lange die Transpiration einer Pflanze eine sehr bedeutende ist, existirt für sie der Wurzeldruck nicht; derselbe tritt erst in Thätigkeit, wenn die Verdunstung geringer wird, wird daher auch vorzüglich im Frühlinge bei eben erst eintretender oder noch schwacher Belaubung beobachtet.

Dass mit stärkerer Steigerung der Temperatur und des Wassergehaltes im Boden auch die Menge des aus einem Wurzelstumpfe ausfliessenden Wassers sich mehrt, kann leicht beobachtet werden. Daneben scheint jedoch noch eine von diesen Ursachen unabhängige tägliche Periodicität des Wurzeldruckes zu existiren, die (ob mit Recht?) mit der Lichtwirkung in Zusammenhang gebracht wird, welcher die unversehrte Pflanze vor dem betreffenden Versuche ausgesetzt war.

201. Das durch den Wurzeldruck emporgetriebene Wasser enthält Mineralsalze aus dem Boden gelöst, dagegen meistens nur Spuren organischer Verbindungen. Letztere finden sich in diesem Wasser nur dann in bedeutenderer Menge, wenn es im Holze längere Zeit verweilte und aus den noch lebenden Zellen des Stammes solche Substanzen aufnehmen konnte, wie der aus verletzten Birken und Ahornen im Frühjahre ausfliessende zuckerhaltige Saft.

4. Die Bewegung der Gase in der Pflanze.

202. Die bei der Assimilation (§ 164) und Athmung (§ 183) in den

Pflanzenkörper eintretenden und die bei diesen Processen ausgeschiedenen Gase sind in beständiger Bewegung begriffen, deren Energie von der Stärke der Assimilation und Athmung abhängt. Die Art der Bewegung selbst ist eine zweifache: Diffusionsbewegung und Bewegung in den Intercellularräumen.

Bei den niedersten Thallophyten, die nur aus einer oder verhältnissmässig wenigen Zellen bestehen und deren Zellen im letzteren Falle ohne Intercellularräume aneinander schliessen, ist nur Diffusionsbewegung der Gase vorhanden. Eine einzellige Alge nimmt z. B. die ihr vom Wasser oder der Luft gebotene Kohlensäure durch die Molecularinterstitien ihrer Membran auf; die Kohlensäure dringt in die Zwischenräume der Plasma- und Chlorophyllmoleküle ein und wird zum Theil auch vom Zellsafte absorbirt. Sie unterliegt dabei im chlorophyllhaltigen Plasma der Zersetzung und der für die Pflanze überschüssig erzeugte Sauerstoff verlässt auf gleichem Wege die Zelle. Die fortwährende Zerlegung der Kohlensäure, das beständig wechselnde Absorptionsvermögen der verschiedenen Zellinhalte und der Membran für dieses Gas, das sich nach Temperatur und Luftdruck ändert, die daneben stattfindende Athmung und andere chemische Processe in der Zelle lassen aber nie den Gleichgewichtszustand zwischen den Gasen in derselben und deren Umgebung eintreten. Dass dabei in mehrzelligen Algen ein Gasaustausch auch zwischen den benachbarten Zellen stattfindet, dass er für die inneren Zellen stattfinden muss, wenn sie einen grösseren Zellenkörper darstellen, versteht sich von selbst. Ebenso ist es natürlich, dass für die nur der Athmung unterliegenden chlorophylllosen Pflanzen dieser Gruppe (z. B. Hefepilze, Mucor etc.) dieselben Gesetze für Eintritt des Sauerstoffes und Austritt der Kohlensäure gelten.

203. Für die höher organisirten Gewächse, deren Gewebe wohl stets von engeren und weiteren Intercellularräumen durchzogen wird, tritt zu der in der eben dargestellten Weise in und zwischen den einzelnen Zellen stattfindenden Diffusion noch eine Massenbewegung der Gase in den Intercellularräumen ein.

Bei untergetaucht wachsenden Wasserpflanzen, denen die Spaltöffnungen fehlen, treten die von den assimilirenden und athmenden Geweben abgeschiedenen Gase nur zum Theil in das umgebende Wasser aus; sie gelangen zu einem grossen Theile in die weiten Luftgänge der Pflanze, in denen sie je nach Dichtigkeit (die von der Energie des chemischen Processes abhängt), Temperatur u. s. w. unter sehr verschiedenen Druckverhältnissen stehen. Bei einer lebhaft assimilirenden Elodea, in deren Luftgängen sich also Sauerstoff in bedeutender Menge ansammelt, tritt dieser als ein Blasenstrom bei Verletzung des Stengels aus (§ 166). Der am Tage von den Luftgängen einer solchen Pflanze gesammelte Sauerstoff wird Nachts wieder von den Geweben derselben aufgenommen; er dient neben von aussen stammendem Sauerstoff der Athmung, und die dabei erzeugte, wieder zum Theil in die Intercellulargänge tretende Kohlensäure kann unter dem Einflusse des Lichtes abermals zur Assimilation verwendet werden. Dass neben Sauerstoff und Kohlensäure auch der mit der atmosphärischen Luft aufgenommene, aber in der Pflanze nicht zur Verwerthung kommende Stickstoff in den Hohlräumen derselben sich ansammelt, dass ferner die quantitative Zusammensetzung der eingeschlossenen Gase je

nach der Energie der Athmung oder Assimilation Schwankungen unterliegt, bedarf wohl keiner weiteren Auseinandersetzung.

204. Bei Landpflanzen sind die durch Membrandiffusion in die Gewebe aufgenommenen Gasmengen nach der jeweiligen Beschaffenheit der Epidermis oder der diese vertretenden Gewebe sehr verschieden. Je schwächer die Aussenwände der Oberhautzelle cuticularisirt sind (Wurzeln), desto leichter diffundiren Kohlensäure und Sauerstoff durch die Molecularinterstitien derselben. Mit dem Grade der Cuticularisirung wird auch die Schwierigkeit für den Durchtritt von Gasen gesteigert. Kork- und Borkeschichten schliessen, mit Ausnahme der durch die Lenticellen (§ 83) eingenommenen Stellen oder der vorhandenen Risse, die Binnengewebe luftdicht von der Atmosphäre ab.

In allen diesen Fällen sorgen die Spaltöffnungen für den Gasaustausch. Diese sind daher um so zahlreicher vorhanden, je mehr die Membrandiffusion in den Hintergrund tritt; sie fehlen Organen, welche durch letztere allein ihren Bedarf decken können (Wurzeln). Bei mit Kork bedeckten Stämmen sind die luftführenden Elemente des Holzkörpers die Vermittler des Gasaustausches zwischen den inneren Geweben und den zu den Spaltöffnungen der Blätter führenden Intercellulargängen.

Für die von den assimilirenden und athmenden Geweben in die Intercellularräume ausgeschiedenen Gase gilt das von submersen Wasserpflanzen Gesagte (§ 203). Bei der Entleerung durch die Spaltöffnungen spielen Dichtigkeit des Gases in den Intercellulargängen und Erschütterungen durch den Wind dieselbe Rolle, wie bei der Circulation des Wasserdampfes (§ 192).

5. Das Wachsthum.

205. Die als Wachsthum bezeichnete Erscheinung äussert sich in einer bleibenden Volumenzunahme und theilweise auch Gestaltveränderung der einzelnen Organe, die zwar schliesslich auf die Einlagerung neuer Moleküle (§§ 27, 28) zurückgeführt werden kann, deren hauptsächlichste Bedingung also die Ernährung ist, bei welcher aber so viele andere complicirte, zum grossen Theile noch gar nicht oder nur ungenügend aufgeklärte Lebensvorgänge mitwirken, dass eine auch nur einigermassen befriedigende Darstellung der gesammten Mechanik des Wachsthums zur Zeit unmöglich ist. Es müssen daher die Einzelvorgänge einer genaueren Betrachtung unterzogen werden, wobei zunächst darauf hingewiesen werden mag, dass nicht immer Ernährung und Wachsthum an ein und dasselbe Organ gebunden sind, wie fertig ausgebildete und noch fortwährend assimilirende und stetig dem Stoffwechsel unterliegende Blätter beweisen.

Ebenso ist nicht jede Vergrösserung des Volumens eines Pflanzentheiles Wachsthum, wie die Quellung (z. B. eines Thallusstückes von Laminaria digitata) zeigt. Bei dieser wird durch Wasserverlust das Gewebestück wieder auf die frühere Grösse zurückgebracht, während die bei sonst günstigen Bedingungen durch Wasserzufuhr bewirkte Keimung und damit stattfindende Volumenzunahme eines Samens durch Wasserentziehung zwar gehemmt, aber nicht wieder rückgängig gemacht wird.

206. Nur wenn gewisse äussere und innere Bedingungen zusammenwirken, ist Wachsthum einer Pflanze oder eines Organes derselben möglich.

Als äussere oder physikalische Bedingungen gelten die Anwesenheit aufnehmbarer Nährstoffe und von Wasser im Boden, sowie von Kohlensäure und Sauerstoff in der Atmosphäre; ferner die Wirkung von Wärme und Licht, von Schwerkraft, Druck und Zug. Die inneren oder angeerbten (historischen) Bedingungen liegen in den gesammten von den Stammformen im Laufe der Entwickelungsgeschichte der Pflanzenwelt überkommenen Organisationsverhältnissen der betreffenden Art, welche es mit sich bringen, dass jeder Pflanzentheil nur während einer bestimmten (Entwickelungs-) Periode wächst, dass während dieser Zeit Veränderungen in dem Organismus vor sich gehen, welche ein weiteres Wachsthum unmöglich machen und welche es endlich bedingen, dass ein Glied einer Pflanze eben in dieser oder jener Weise zu dieser oder jener bestimmten Form und nicht anders sich ausbildet. Diese inneren Bedingungen des Wachsthums entziehen sich unserer Forschung; man muss sie als etwas Gegebenes betrachten und sich mit der experimentellen Untersuchung der allein zugänglichen physikalischen Ursachen begnügen.

1. Eigenschaften wachsender Pflanzentheile.

207. Die organischen Bestandtheile der Zelle besitzen zunächst die Fähigkeit der Imbibition: sie vermögen Wasser oder wässerige Lösungen mit solcher Gewalt zwischen ihre Moleküle einzulagern, dass diese dadurch auseinander gedrängt werden, dass sich der Umfang des betreffenden Zellentheiles häufig unter Aenderung seiner Form vergrössert, neue Moleküle fester Substanz sich zwischen die alten einschieben können und endlich ein bestimmter Druck auf benachbarte Zellen ausgeübt wird. Umgekehrt wirkt auch Wasserverlust bestimmter Zellen häufig formändernd auf die Nachbargewebe ein. Derartige Formänderungen sind aber auch, bei sonst gleichen äusseren Einwirkungen, durch innere Ursachen bedingt und die durch sie hervorgerufenen Kräfte im Stande, oft bedeutende Widerstände zu überwinden.

208. Die für andere Körper geltenden allgemeinen Bestimmungen über Dehnbarkeit und Elasticität finden auch auf wachsende Pflanzentheile Anwendung.

In rasch wachsenden Organen, z. B. Internodien eines Zweiges, ist zunächst die Dehnbarkeit gegenüber der in den Hintergrund tretenden Elasticität eine überwiegende; sie nimmt mit dem Alter ab, während gleichzeitig die Elasticität sich steigert. Ein junges Internodium von Sambucus nigra von 26 Mm. Länge konnte, ohne zu reissen, um 18 Procent gedehnt werden und behielt nach Aufhören der dehnenden Kraft eine bleibende Länge von $5{,}_4$ Procent über die ursprüngliche. Ein etwas älteres, 115 Mm. langes Internodium derselben Pflanze liess sich nur um $0{,}_8$ Proc. dehnen und behielt diese Dehnung auch nicht bei. In den wachsenden und stark turgescirenden Sprossen findet sich das Maximum der Dehnbarkeit — und auch der Biegsamkeit und Torsionsfähigkeit — nahe unter der Endknospe und nimmt von dort aus nach der Basis, also mit zunehmendem Alter des Sprosses, ab.

Die Biegungselasticität verhielt sich bei einem jungen, $5{,}_8$ Mm. dicken und $47{,}_5$ Mm. langen Internodium des Weinstockes so, dass dasselbe, auf den Krümmungsradius von 2 Cmtr. gebogen, nach Aufhören der Bie-

gung auf den Krümmungsradius von 4 Cmtr. zurückging. Die bleibende Biegung ist dabei mit einer bleibenden Verkürzung der concaven, einer bleibenden Verlängerung der convexen Seite verbunden; bei einem 199 Mm. langen und $7,_5$ Mm. dicken Internodium von Ligularia macrophylla betrug diese Verkürzung der concaven $3,_5$, die Verlängerung der convexen Seite 4 Millimeter.

Wiederholt entgegengesetzte Biegungen wachsender Internodien lassen immer geringere Krümmungen zurück.

Bei manchen Pflanzen werden die wenig elastischen jungen Blüthenstiele durch das Gewicht der Blüthe abwärts gebogen (nickende Blüthen, Fritillaria imperialis), um sich später bei gesteigerter Elasticität in festeren Geweben mit den Früchten wieder aufzurichten.

209. Die im vorigen Paragraphen erwähnten, in Folge geringer Elasticität an jungen, noch lebhaft wachsenden Internodien durch Biegung erzeugten bleibenden Krümmungen können auch durch kräftigen Schlag oder Stoss, oder durch Hin- und Herschütteln an abgeschnittenen, wie auch an noch mit der Pflanze in Verbindung stehenden Sprossen hervorgerufen werden. Die Erschütterung muss dabei von einem älteren, nicht mehr wachsenden Theile ausgehen, welcher derselben Widerstand entgegensetzt, ohne zu brechen. Ein kräftiger Stoss oder Schlag lässt die dem ausgebildeten Stücke des Sprosses ertheilte Bewegung wellenförmig nach oben fortschreiten. In Folge der unvollkommenen Elasticität geht nach Aufhören der Bewegung die Sprossspitze nicht unmittelbar wieder in die verticale Lage zurück: sie bleibt gekrümmt, die Krümmungsebene liegt in der Ebene der Schwingungen, die Concavität der Krümmung nach der Seite, von welcher der Stoss erfolgte. Beim Schütteln fällt die Concavität der Krümmung auf die Seite, nach welcher hin die stärksten Schwingungen erfolgen.

Auch in diesen Fällen wird die concave Seite verkürzt, die convexe verlängert (§ 208). Beim späteren Wachsthum wird die (im Freien durch Windstösse hervorgerufene) Krümmung der Sprossspitze wieder ausgeglichen.

2. Die Gewebespannung.

210. Innerhalb der wachsenden Pflanze wird die Elasticität der verschiedenen Gewebe hauptsächlich durch Turgor, Imbibition und Volumen- und Gestaltsveränderung durch Wachsthum in Spannung versetzt.

Der Turgor wird durch den hydrostatischen Druck des Zelleninhaltes auf die Zellwand hervorgerufen: das von der Zelle aufgenommene Wasser vergrössert den Saftraum, der seinerseits die Haut so lange dehnt und straff spannt, bis die Elasticität derselben der endosmotischen Saugung das Gleichgewicht hält. Verschiedene Stellen der Zellwand können dabei, trotz Gleichheit des hydrostatischen Druckes an allen Punkten derselben, verschieden gedehnt, die Zellenform also geändert, das Wachsthum der Zelle durch Druck und Dehnung beeinflusst werden, wenn die Organisation der Zellwand dies gestattet. Dieses ist z. B. bei der Entstehung der Thyllen (§ 86 a) der Fall, wo durch den hydrostatischen Druck die an einen Porus der Gefässwand grenzende Membranstelle einer benachbarten Parenchymzelle durch den Porus in das Gefäss hineingestülpt wird. Mit dem Wachsen des Turgors wächst gleichzeitig der Widerstand äusseren Kräften gegenüber.

Obgleich bei sehr bedeutendem Turgor ein Theil des Zellsaftes auch durch die Molecularrinterstitien der Membran gepresst (filtrirt) wird, können derartige Zellen gegenüber solchen, deren Wände von Porencanälen durchbohrt sind, doch als geschlossen betrachtet werden. Bei Anwesenheit von Porencanälen in der Membran ist aber von einem Turgor nicht mehr die Rede.

211. Der Turgor ganzer Gewebe aus gleichartigen Zellen zeigt an diesen die der einzelnen Zelle entsprechenden Erscheinungen. Schneidet man aus einem wachsenden Internodium von Sambucus den Markylinder heraus, so ist derselbe bis zu einem gewissen Grade biegsam und schlaff. In Wasser gelegt, wird er in Folge der starken Anfüllung aller seiner Zellen mit Wasser nach kurzer Zeit steif und dabei länger. Würde nur die eine Längsseite Wasser aufnehmen, so würde in Folge der Turgescenz dieser allein eine Krümmung des Markes eintreten, deren Concavität der kein Wasser aufnehmenden Seite entspräche.

Aehnlich, wie in letzterem Falle, verhalten sich mit einander verbundene Gewebe ungleichartiger Zellen, wenn sie in Folge ungleicher Wasseraufnahme verschiedene Turgescenz zeigen. Der Länge nach gespaltene jugendliche Stengel (z. B. von Taraxacum) krümmen sich im Wasser sehr stark, bis oft spiralig, weil die concav werdende Aussenfläche weniger turgescirt, als die Gewebe der Innenfläche (namentlich des Markes).

212. Bei dickwandigen Zellen und solchen, deren Membran mit Porencanälen versehen ist, bewirkt die Imbibition Spannungen um so kräftiger, je quellungsfähiger die Zellhäute sind. Umgekehrt hat natürlich auch Wasserverlust Spannungen zur Folge, die namentlich beim Aufspringen von Kapselfrüchten, Sporangien und Antheren thätig sind, wenn hier bei der Reife gewisse Gewebe durch Austrocknung sich krümmen oder zusammenziehen und dadurch zwischen ihnen gelegene zartere Gewebe zerreissen. Imbibition ist auch die Ursache der Bewegung der Grannen von Erodium (Hygrometer) und der Einrollung und Streckung der Aeste der Jerichorose (Anastatica hierochuntica), der Ausdehnung und Zusammenziehung des Holzes u. s. w.

Bei Schichten- oder Schalenbildung der Zellhaut sind die einzelnen Lamellen in der Regel ungleich imbibitionsfähig und daher auch gegenseitig gespannt. Sind die Innenschichten stärker, die Aussenschichten weniger quellbar, so krümmen sich erstere convex, letztere concav, wenn Stücke einer Zellhaut in Wasser gelegt werden. Nachfolgende Wasserentziehung (z. B. durch Glycerin) gleicht diese Krümmung wieder aus oder führt sie auch in die entgegengesetzte über, wenn jetzt die inneren Lamellen mehr Wasser verlieren, als die äusseren.

In unverletzten Zellen können Turgor und Schichtenspannung durch Imbibition gemeinsam wirken.

213. Turgor und Imbibition bereiten ferner das Wachsthum in der Weise vor, dass durch sie die Moleküle der organischen Substanz, z. B. der Zellhaut, auseinander geschoben werden, die Einlagerung neuer fester Moleküle organischer Substanz also ermöglicht ist. Durch diese Einlagerung wird der frühere Spannungszustand der Zellwand aufgehoben und zwar (wegen Flächenvergrösserung der Membran) vermindert. Sofort steigern sich aber Turgor und Imbibition, die Moleküle der Membran werden aber-

mals auseinander gerückt, Einlagerung neuer Moleküle zum zweiten Male ermöglicht, zum zweiten Male die Spannung theilweise ausgeglichen. Man könnte also in diesem Falle *das Wachsthum der Zellhaut* als *eine durch Einlagerung fester Substanz unterstützte fortwährende Ueberschreitung der Elasticitätsgrenze derselben* bezeichnen.

Dass derartige Vorgänge von der Natur der betreffenden Gewebe, von der Beschaffenheit der Nachbargewebe, von Druck und Zugwirkungen auf die Membran u. s. w. abhängig sind und durch das Zusammentreffen verschiedener solcher Umstände mannigfach modificirt werden können, versteht sich wohl von selbst; doch lässt sich zur Zeit noch kein genügender Einblick in derartige Verhältnisse thun.

214. Untersucht man an der Hand der kurz gegebenen Erläuterungen die Gewebspannung wachsender Pflanzentheile, als deren Beispiele Internodien von Stengeln gewählt werden mögen, so lässt sich zwischen Längs- und Querspannung unterscheiden.

Die *Längsspannung*, d. h. die Spannung parallel der Längsaxe des Stengels, zeigt sich sehr ausgeprägt, wenn man aus einem vorher gemessenen wachsenden, noch nicht verholzten Internodium eine das Mark umfassende Mittellamelle der Länge nach herausschneidet und dieselbe durch trennende Längsschnitte in ihre Gewebeschichten zerlegt. Diese isolirten Gewebe ergeben dann durch Messung, dass die Epidermis die geringste, das Mark die grösste Länge besitzt, dass sich das Verhältniss derselben durch die Formel

$$E < R < H < M > H > R > E$$

ausdrücken lässt, in welcher E die Epidermis, R primäre und secundäre Rinde, H das Holz und M das Mark bedeutet. Gleichzeitig zeigt sich aber auch, dass die Länge des isolirten Markes die des unverletzten Internodiums übertrifft, die isolirten Schichten des jungen Holzes, der Rinde und Epidermis dagegen kürzer, als das ganze Internodium sind.

Als Beispiel mögen verschieden alte Internodien von Sambucus nigra in folgender Tabelle dienen:

Nummer des Internodiums vom jüngsten bis zum ältesten	Längenänderung der isolirten Gewebe in Procenten des ganzen Internodiums.		
	Rinde	Holz	Mark
I	− 2,6	− 2,6	+ 4,0
II	− 2,0	− 2,8	+ 5,5
III	− 1,5	− 0,0	+ 1,5
			(Sachs)

Aehnliche Verhältnisse zeigen Blattstiele.

215. Aus diesen Beobachtungen ergiebt sich, dass die einzelnen Gewebe gegen einander bedeutend gespannt sind. Das Mark, welches sich über die Länge des Internodiums auszudehnen strebt, aber durch die anderen Gewebe daran gehindert (zusammengepresst) wird, ist *positiv oder activ* gespannt; Holz und Rinde (mit Epidermis) werden vom Marke

negativ oder passiv gespannt, d. h. über ihre eigentliche Länge hinaus gedehnt.

Spaltet man die aus einem Internodium herausgeschnittene Lamelle so, dass der Schnitt senkrecht zu den ersten Schnittflächen das Mark halbirt, so zeigen sich die Spannungen der einzelnen Gewebe unmittelbar durch Krümmung des Stengelstückes. Das halb befreite Mark sucht sich entsprechend seiner activen Spannung zu strecken, Holz und Rinde verkürzen sich entsprechend ihrer passiven Spannung: die Markseite der halben Lamelle wird convex und damit länger, die Rindenseite concav und verkürzt. An einem $69,_5$ Millim. langen, 6 Millim. dicken Internodium von Sylphium perfoliatum betrug nach Halbirung der ausgeschnittenen Lamelle der Krümmungsradius 4 Cmtr., die Verlängerung der convexen Markseite $9,_3$, die Verkürzung der concaven Rindenseite $2,_8$ Procent der Internodiumlänge.

Positive und negative Spannung herrschen aber auch in den Innen- und Aussenschichten desselben Gewebes. Isolirt man von der betreffenden Stengellamelle durch einen Längsschnitt die Rinde, so krümmt sich diese nach aussen concav, weil die Aussenseite sich verkürzt, die positiv gegen die Aussenseite gespannte Innenseite sich verlängert. Genau so verhält sich auch das Holz.

216. Aus der im § 214 gegebenen Tabelle ist ersichtlich, dass die Intensität der Längsspannung eines Internodiums durch das Alter desselben bestimmt wird, dass sie mit dem Alter desselben abnimmt, dass das Mark eine zuerst zu-, dann abnehmende Verlängerungsfähigkeit zeigt, die Dehnbarkeit der Rinde und Epidermis länger dauert, als die des Holzes.

Ganz alte, ausgewachsene Internodien zeigen keine Längsspannung mehr. Ebenso ist im Vegetationskegel die Längsspannung nicht vorhanden, in den etwas älteren Theilen der Knospe dieselbe noch sehr wenig ausgeprägt.

217. Ursache der bedeutenden Längsspannung ist nach allen Untersuchungen ohne Zweifel das von Anfang an rascher in die Länge wachsende Mark. Dasselbe dehnt die langsamer wachsenden Schichten des Holzes, der Rinde und Epidermis so lange passiv, als die Beschaffenheit der Zellwände der letzteren dies gestattet, d. h. so lange dieselben noch nicht bedeutend verdickt und verholzt sind. Diese Dehnung ist um so beträchtlicher, je stärker die Membranen der Markzellen in Richtung der Fläche wachsen, namentlich in der Länge zunehmen. Gesteigert wird sie dabei noch durch die Fähigkeit des Markes, Wasser mit grosser Kraft und Geschwindigkeit aus den älteren Stengeltheilen aufzunehmen, dadurch also den Turgor seiner Zellen zu erhöhen, somit für sich selbst den Zustand herbeizuführen, der für das Flächenwachsthum seiner Membranen, mithin für Grössenzunahme seiner Zellen, der günstigste ist (§ 213), während es in Folge zunehmender Turgescenz die umgebenden Gewebe noch weiter zu dehnen vermag. Diese letzteren schützen endlich das Mark vor Verdunstung, während sie selber als oberflächlich gelegene Gewebe leichter und stärker transpiriren und dadurch weniger turgescent, also stärker dehnbar werden. Erst mit zunehmendem Alter der peripherischen Gewebe, also mit dem stärkeren Wachsthum derselben, der Verdickung und Ver-

holzung ihrer Membranen, besonders also mit der vollkommeneren Ausbildung des Holzkörpers, wird die Dehnung von Holz und Rinde durch das activ gespannte Mark immer schwächer. Dem Wachsthum des Markes werden grössere Hindernisse entgegengesetzt, die sein stärkeres Längenwachsthum einschränken, bis dieses mit völliger Entwickelung des Holzes und Bastes ganz aufhört, die Zellen des Markes ihren Turgor verlieren, Wasser an die Nachbargewebe abgeben und sich häufig mit Luft füllen.

218. Neben der Längsspannung ist im wachsenden Stamme auch eine Querspannung senkrecht zur Axe desselben vorhanden, die zum Theil durch die Längsspannung hervorgerufen werden muss, da die gedehnten Gewebe des Holzes und der Rinde nothwendiger Weise einen Druck auch in der Querrichtung auf das stärker wachsende Mark und umgekehrt dieses auf Rinde und Holz ausüben müssen. Zerreissen des Markes in Richtung der Längsaxe ist oft die Folge eines durch Querspannung erfolgenden Zuges, veranlasst durch in tangentialer Richtung stärker stattfindendes Wachsthum der peripherischen Gewebe.

Eine Hauptursache bedeutender Querspannung in älteren Stammtheilen ist aber das Dickenwachsthum des Stammes, vorzüglich des Holzes. Schlitzt man durch einen bis ins Mark gehenden Längsschnitt die Gewebe einer Zweigquerscheibe auf und löst sie vorsichtig schichtenweise ab, so ergiebt sich, dass z. B. beim Umlegen der abgetrennten Rinde um das Holz dieses von ersterer nicht mehr ganz bedeckt wird, dass zwischen den Schnitträndern der Rinde ein klaffender Spalt bleibt: der Rindenumfang ist kleiner, als der des Holzes. Aehnliches ergiebt sich für die anderen Gewebeschichten: es ist $E < R < B$ (Bast) $< H$. Es ist also jede innere Schicht gegen die zunächst äussere positiv, jede äussere gegen die nächst innere Schicht negativ gespannt; die innere Schicht wird von der äusseren in radiärer Richtung gedrückt, die äussere von der inneren Schicht in tangentialer Richtung gedehnt. Die mikroskopische Vergleichung dünner Querschnitte aus jungen und alten Internodien eines Zweiges zeigt die tangentiale Dehnung und gleichzeitig erfolgende Zusammenpressung der Rindengewebe durch das wachsende Holz sehr gut (§ 81, Fig. 20, 21), ebenso eine Vergleichung der Holzzellen eines Jahresringes den im Laufe des Sommers steigenden Radialdruck der peripherischen Gewebe auf die Holzzellen (§§ 110, 111, Fig. 39).

219. Unterstützt wird die durch das Dickenwachsthum hervorgerufene Querspannung durch die Imbibition namentlich der Holzzellenwände durch Wasser. Durch diese werden die Dimensionen des quellenden Holzes bedeutend erweitert, wobei die zartwandigen Cambiumzellen nur in Folge ihrer bedeutenden Turgescenz vor dem Druck der inneren und äusseren Gewebemassen geschützt sind.

Hat die positive Querspannung des Holzes einen gewissen Grad erreicht, so wird endlich der oft sehr bedeutende Druck der in Spannung befindlichen Schichten der Rinde, des Korkes oder der Borke überwunden und diese Gewebe reissen mit Längsspalten auseinander, die namentlich bei langsam zu Grunde gehender Borke jährlich durch den Zuwachs neuen Holzes und Bastes erweitert und vertieft werden. Diese Erweiterung findet besonders im Winter statt, zu welcher Zeit das Holz am wasserreichsten, die Quellung desselben also am bedeutendsten ist, Rinde und Borke

dagegen am trockensten und stärksten zusammengezogen sind. Im Frühjahre dagegen beginnen Borke oder Rinde zu quellen, die Spannung zwischen ihnen und dem Holze wird vermindert und das Cambium kann seine Thätigkeit entwickeln. Die Querspannung wird dann im Laufe des Sommers abermals gesteigert, um im Herbste und Winter wieder ihr Maximum zu erreichen.

220. Längs- und Querspannung sind, abgesehen von der jährlichen Periodicität der letzteren (§ 219), einer täglichen Schwankung derart unterworfen, dass die Spannung vom Morgen bis zum Mittag oder zu den ersten Nachmittagsstunden abnimmt, um von da an bis zum Abend und während der Nacht zu steigen. Das Maximum der Spannung fällt in die frühen Morgenstunden. Die Ursache dieser Periodicität ist in der Abnahme des Wassergehaltes der Gewebe in Folge der sich steigernden Transpiration während des Tages und der darauf folgenden Vermehrung desselben durch verminderte Verdunstung in den Abendstunden und der Nacht zu suchen.

Die Querspannung ist ferner nicht in allen Höhen des Stammes, Astes etc. dieselbe. Sie nimmt von der Spitze des Stammes aus nach abwärts zu, erreicht in der Mitte desselben ihr Maximum und sinkt von da ab im unteren Stammtheile wieder, ohne jedoch hier ganz aufzuhören.

3. Die Periodicität des Längenwachsthums.

221. An jedem wachsenden Stengel und ebenso an jeder Wurzel kann man drei durch besondere Wachsthumseigenthümlichkeiten ausgezeichnete Regionen unterscheiden: den Vegetationskegel, in welchem vorwiegend Zellbildung, dagegen eine sehr unmerkliche Volumenzunahme der neu entstandenen Zellen stattfindet — eine Region unterhalb desselben, in welcher wenige oder keine Zellen mehr durch Theilung entstehen, dagegen die vorhandenen Zellen bedeutend. namentlich in die Länge. wachsen: Region der Streckung — und endlich die älteren ausgewachsenen Theile des betreffenden Organes.

Zeigen an einem Stengel oder Zweige die einzelnen Internodien die Eigenthümlichkeit, dass sie durch länger andauerndes intercalares Wachsthum an ihrem oberen Ende (Phaseolus) oder an ihrer Basis (Gramineen) ausgezeichnet sind, so sind auch hier die erwähnten Regionen zu unterscheiden; ein solches Internodium verhält sich wie das fortwachsende Ende eines Sprosses.

222. Die drei bezeichneten Regionen verhalten sich derart zu einander, dass jede Zone der stärksten Zelltheilung allmälig in das Stadium der Zellenstreckung und des dadurch hervorgerufenen stärksten Längenwachsthums des Organes eintritt und aus diesem eben so allmälig in das Stadium vollendeten Längenwachsthums übergeht. Die Schnelligkeit, mit welcher dies geschieht, ist für die einzelnen Pflanzenarten verschieden, ausserdem auch von verschiedenartigen äusseren Einflüssen abhängig. Sind die letzteren constant oder nahezu constant, so zeigt sich aber, dass das Längenwachsthum jedes wachsenden Gliedes oder einer Zone desselben erst langsam beginnt, dann rascher wird, ein Maximum erreicht und sich wieder verlangsamt, um endlich ganz still zu stehen. Diese Periodicität des Wachsthums wird, um sie von periodischen Schwankungen innerhalb

kürzerer Zeiten, z. B. eines Tages zu unterscheiden, als die grosse Periode bezeichnet. Dieselbe tritt selbst dann noch hervor, wenn andere Bedingungen, z. B. der Gang der Temperatur, ihr entgegen wirken. So ergab ein ganzes Internodium des Hopfens als Längenzuwachs:

	Verlängerung in 24 Stunden um	Mitteltemperatur des Tages
1. Tag	19,0 Mm.	14,9 °C.
2. -	25,0 -	14,5
3. -	26,0 -	14,3
4. -	17,2 -	13,9
5. -	4,8 -	14,1 (Sachs).

223. Theilt man bei gewissen Pflanzen ein solches Internodium durch Tuschestriche in Querzonen von gleicher Höhe, oder markirt man solche Zonen an einer wachsenden Wurzel von der Spitze ab rückwärts, so ergiebt sich bei Beobachtung des Wachsthums, dass jede der markirten Regionen zu einer bestimmten Zeit einer der im § 222 bezeichneten Wachsthumszonen entspricht: dass die dem Vegetationspunkte zunächst gelegene Zone erst zu wachsen anfängt, wenn eine folgende bereits im raschen Wachsthum begriffen ist, eine dritte oder vierte das Maximum desselben erreicht hat, noch weiter rückwärts gelegene Zonen geringe und schliesslich die vom Vegetationspunkte entferntesten keine Zunahme mehr zeigen, wie folgende Tabelle beweist.

Phaseolus multiflorus, erstes Internodium in 12 Stücke von je 3,5 Millim. Länge getheilt.		Keimwurzel von Vicia Faba, von der Vegetationsspitze aus rückwärts in Querzonen von 1 Mm. Länge getheilt.	
No. der Querzone	Zuwachs in 40 Stunden.	No. der Querzone	Zuwachs in 24 Stunden
Oben I	2,0 Millim.	Oben X	0,1 Mm.
II	2,5	IX	0,2
III	4,5	VIII	0,3
IV	6,5 Maxim.	VII	0,5
V	5,5	VI	1,3
VI	3,0	V	1,6
VII	1,8	IV	3,5
VIII	1,0	III	8,2 Maximum
IX	1,0	II	5,8
X	0,5	Wurzelspitze I	1,5
XI	0,5		(Sachs)
Unten XII	0,5		

Ein Vergleich zahlreicher derartiger Versuche zeigt, dass beim Stamme die Zone des stärksten Wachsthums stets weiter vom Vegetationspunkte entfernt liegt, als bei der Wurzel, wo sie sich in sehr geringer Entfernung von der Spitze befindet, etwa da beginnt, wo die Wurzelhaube aufhört.

224. In gleicher Weise wie ganze Internodien, Wurzeln und Blätter verhalten sich auch einzellige Pflanzen (Vaucheria, Mucor etc.) bezüglich

des Wachsthums der Verzweigungen ihres Thallus, sowie die Haare (z. B. Wurzelhaare): die grosse Periode des Wachsthums gilt auch für die Zellhaut.

4. Wirkung der Wärme auf das Wachsthum.

225. Die mannigfaltigen Combinationen der Wärme- und Beleuchtungsverhältnisse und die damit verbundenen Erscheinungen der Assimilation und Transpiration im Verlaufe von Tag und Nacht lassen bezüglich des Längenwachsthums keine bestimmte Regel aufstellen, da im Freien dasselbe unter Umständen am Tage energischer sein kann, als des Nachts und umgekehrt. Meistens werden jedoch die anderen Wachsthumsbedingungen von der Wirkung des Temperaturwechsels in den Hintergrund gestellt, so dass am Tage ein stärkeres Wachsthum vorherrscht, dessen grösste Energie in die Nachmittagsstunden fällt. So zeigten:

	Tags (12 Std.)	Nachts (12 Std.)	Vormittags	Nachmittags
Bryonia	$59,_0$ Proc.	$41,_0$ Proc.	86 Proc.	100 Proc.
Vitis	$55,_1$ -	$44,_9$ -	67 -	100 -
Cucurbita	$57,_2$ -	$42,_8$ -	81 -	100 -
	des gesammten Wachsthums.			

226. Im Zimmer kann man bei wohlüberwachtem Experimente jedoch die Bedingungen regelmässiger geben. Man kann einen bestimmten Einfluss variiren lassen, während man alle anderen Bedingungen möglichst constant erhält. In diesem Falle beobachtet man unter Abschluss des Lichtes bei constanter Feuchtigkeit und möglichst constanter Temperatur gleichmässiges Wachsthum während Tag und Nacht, während bei stärkeren Temperaturschwankungen mit der Zunahme der Wärme die Wachsthumsgeschwindigkeit steigt, mit Abnahme der Wärme fällt.

227. Das Wachsthum einer Pflanze oder eines Pflanzentheiles erfolgt nicht unbegrenzt der Temperatursteigerung proportional: es findet unterhalb eines bestimmten, nach Art der Pflanze jedoch verschieden hohen Wärmegrades nicht statt, steigert seine Intensität bis zu einem bestimmten Grade, bei dem stärkstes Längenwachsthum herrscht und wird von da ab bei weiterer Steigerung der Temperatur wieder verlangsamt, um bei einem gewissen höchsten Wärmegrade ganz aufzuhören. Wir können also ein Minimum, Optimum und Maximum unterscheiden.

Für eine Keimwurzel des Mais ergab sich während der Zeit von 96 Stunden bei constanten Temperaturen:

bei	$17,_1$ °C	eine Wurzellänge von	$2,_5$	Millim	
-	$26,_2$	- - -	$24,_5$	-	
-	$33,_2$	- - -	$39,_0$	-	
-	$34,_0$	- - -	$55,_0$	-	Optimum
-	$38,_2$	- - -	$25,_2$	-	
-	$42,_5$	- - -	$5,_9$	-	

(Sachs.)

In gleicher Weise wird auch die Keimung, d. h. das Wachsthum des Keimlings auf Kosten der im Samen vorhandenen Reservestoffe von der Wärme beeinflusst. Es ist:

für	die untere Grenze,	das Optimum,	die obere Grenze bei
Triticum vulgare	$5,_0$ °C.	$28,_7$ °C.	$42,_5$ °C.
Hordeum vulgare	$5,_0$	$28,_7$	$37,_7$
Zea Mais	$9,_5$	$33,_7$	$46,_2$
Phaseolus multiflorus	$9,_5$	$33,_7$	$46,_2$
Cucurbita Pepo	$13,_7$	$33,_7$	$46,_2$

5. Wirkung des Lichtes auf das Wachsthum.

228. Das mit lebhafter Zelltheilung verbundene Wachsthum jugendlicher Organe kann sowohl im Lichte als in völliger Dunkelheit stattfinden, vorausgesetzt, dass in letzterem Falle den wachsenden Theilen Baustoffe in genügender Menge zugeführt werden. Die normale Streckung (§ 221) geht bei oberirdischen Stengeln und Blättern jedoch nur unter dem Einflusse des Tages vor sich. Lässt man Pflanzen mit reichen Reservestoffbehältern (Knollen) im Dunkeln austreiben, oder leitet man das obere Ende einer wachsenden Pflanze oder eines Zweiges in einen finsteren Raum, während ein für die Ernährung hinreichender Theil im Lichte bleibt, so werden die unter Ausschluss des Lichtes entwickelten Internodien und Blätter (abgesehen von dem Fehlen des Chlorophylls) anders ausgebildet, als die im Lichte befindlichen: die Internodien erreichen eine übermässige Länge, während die Blätter weit hinter der normalen Grösse zurückbleiben.

229. Ursache dieser als Etiolement bezeichneten Abnormität ist bei den Blättern der Umstand, dass in ihnen, wenn sie aus dem Knospenzustand heraustreten, die Bildung des Chlorophylls und mithin der Stärke unterbleibt, auf deren Kosten allein das jugendliche Blatt sich weiter entwickeln kann. Das Etioliren der Blätter kann also als ein Stehenbleiben auf dem ersten Entwickelungsstadium, auf derjenigen Stufe, wo das Blatt normaler Weise ans Licht treten müsste, bezeichnet werden.

Bei den Internodien des Stengels ist die abnorme Verlängerung dadurch bedingt, dass Rinde, Bast und Holz gewissermassen auch auf einer jüngeren Entwickelungsstufe verharren, insofern in ihnen die Verdickung, Verholzung und Cuticularisirung der Zellmembranen unterbleibt oder nur in sehr geringem Grade stattfindet. Da aber gleichzeitig das Mark im Wachsthum begünstigt wird, da seine Zellen sich bedeutender verlängern, seiner dadurch verstärkten activen Spannung von den in Folge ihrer abweichenden Ausbildung sehr dehnsamen Holz- und Rindengeweben ein nur geringer Widerstand entgegengestellt wird (vgl. § 217), so tritt eine Ueberverlängerung auch der Elemente des Holzes und der Rinde durch das dieselben stark dehnende Mark ein. Beide Ursachen zusammen bedingen die bedeutende Verlängerung des geringere Gewebespannung zeigenden Internodiums.

230. Eine dem Etiolement der Internodien entsprechende Verlängerung findet unter gleichen Umständen auch bei den langen, schmalen Blättern vieler Monocotyledonen und bei Wurzeln statt. Letztere erreichen im Dunkeln einen stärkeren Zuwachs, als bei abwechselnder Beleuchtung.

Ausgenommen sind dagegen die Blüthen, welche in dauernder Finsterniss sich mit Form und Farbe wie im Lichte entwickeln und unter diesen Verhältnissen auch Früchte mit keimfähigen Samen erzeugen können.

Dem Etiolement ähnliche Erscheinungen werden auch schon durch sehr geringe Intensität des Lichtes hervorgerufen, wie die im tiefen Schatten

gewachsenen Individuen einer Pflanze, verglichen mit denen in voller Beleuchtung entwickelten, beweisen. Endlich zeigen auch nicht alle Pflanzen das Etiolement in gleichem Grade; schwächer etioliren z. B. die Internodien von Schlingpflanzen und die Blätter von Runkelrüben.

231. Auf Etiolement ist auch der positive Heliotropismus einseitig stärker beleuchteter Stengel und Blattstiele zurückzuführen. Bei diesen wird, soegaln sie nicht ausgewachsen sind, sondern sich noch im Stadium der Streckung befinden, die von der stärksten Lichtquelle abgewendete Seite durch Etiolirung länger, als die entgegengesetzte, der stärksten Lichtquelle zugekehrte Seite. Letztere krümmt sich daher concav gegen das einfallende kräftigere Licht, um so stärker, je intensiver die Beleuchtung ist, während erstere convex wird. Die Zellen auf der convexen Seite sind daher auch, entsprechend dem Grössenverhältniss der Zellen etiolirter Stengel, länger, als die der concaven. Denkt man sich den Stengeltheil a der Figur 50 im § 237 aufrecht, das stärkste Licht in der Richtung der Linie ou einfallend, so würde das betreffende Internodium des Stengels a nach einer gewissen Zeit die Richtung des Stengeltheiles a′ zeigen. Während die in der sich krümmenden Zone oouu angenommenen vier Zellen bei allseitig gleich starker Beleuchtung gleiche Grösse hatten, ist dann in der positiv heliotropischen Krümmungsregion o′o u′u die Grösse derselben:

(convexe Seite) $4 > 3 > 2 > 1$ (concave Seite).

Was hier für vier Zellen angenommen wird, gilt natürlich auch für die entsprechenden Zellenreihen eines gekrümmten Internodiums.

Wird ein heliotropisch gekrümmter Stengel, so lange überhaupt die Krümmungsregion noch wächst, so gegen das Licht gedreht, dass später die etiolirte convexe Seite vom stärksten Lichte getroffen wird, so richtet sich derselbe bald senkrecht auf und geht dann bei dauernder Stellung in die entgegengesetzte Krümmung über. Ursache des Aufrichtens ist indessen nicht allein das auf der entgegengesetzten Seite eintretende Etiolement, sondern auch der zur Mitwirkung kommende Geotropismus (§ 236).

Auch chlorophyllfreie Pflanzen (die Fruchtkörper von Claviceps purpurea, Peziza Fuckeliana, Sordaria fimiseda, Sporangienträger von Mucor) zeigen positiven Heliotropismus.

Die Krümmungsgeschwindigkeit heliotropischer Organe ist anfänglich gering und nimmt allmälig bis zu einem Optimum zu, um sich dann wieder zu verlangsamen.

232. Es zeigt sich somit, dass der Einfluss des Lichtes hemmend, der der Dunkelheit fördernd auf das Längenwachsthum wirkt. Dem entsprechend ergiebt sich auch eine Periodicität des Wachsthums in Folge des Wechsels von Tag und Nacht.

Bei constanter Feuchtigkeit und möglichst geringen Schwankungen der Temperatur tritt vor Sonnenaufgang ein Maximum des Wachsthums ein; letzteres verringert sich im Laufe des Tages, bis kurz vor Sonnenuntergang ein Minimum erreicht wird, nach dem es im Verlaufe der Nacht wieder zum Maximum sich hebt. Eine dabei stattfindende geringere Steigerung der Wachsthumscurve am Nachmittage ist die Folge der dann herrschenden höheren Temperatur, welche den Lichteinfluss überwiegt. (Vergl. §§ 225 und 226.)

233. Gewisse Pflanzen zeigen an einzelnen ihrer Organe negativen

Heliotropismus, d. h. diese werden (entgegengesetzt den positiv heliotropischen) auf der Lichtseite convex, krümmen sich also der Seite des schwächsten Lichtes entgegen. Hierher gehören die Ranken mancher Pflanzen (Ampelopsis, Vitis), die älteren Internodien von Hedera Helix (die jüngeren sind positiv heliotropisch), das hypocotyle Glied von Viscum, die Luftwurzeln der Orchideen und Aroideen, die Keimwurzeln von Brassica Napus und Sinapis alba etc. Die Wachsthumsursachen, welche den negativen Heliotropismus hervorrufen, sind unbekannt. Mit Berücksichtigung der Stelle jedoch, wo die Krümmung erfolgt, scheint es zweierlei Arten negativ heliotropischer Organe zu geben: bei einigen tritt die Krümmung in der Zone des stärksten Wachsthums auf, bei anderen (Epheu) dort, wo dasselbe im Abnehmen begriffen ist.

234. Ein Vergleich der Wirksamkeit verschieden brechbarer Strahlen des Spectrums hat ergeben, dass nur die Strahlen hoher Brechbarkeit das Wachsthum verlangsamen. Eine Lösung von doppelt chromsaurem Kali lässt die schwächer brechbaren Strahlen vom Roth bis zur Mitte des Grün, eine Lösung von Kupferoxydammoniak die stärker brechbaren des Blau und Violett durchgehen; hinter der ersteren Lösung verhält sich die Pflanze trotz der Entwickelung des Chlorophylls wie eine etiolirende, hinter der zweiten erfolgt starke heliotropische Krümmung und geringeres Längenwachsthum der Internodien.

6. Die Wirkung der Schwerkraft auf das Wachsthum.

235. Eine ähnliche Krümmung, wie sie einseitig stärkere Lichtwirkung bei heliotropischen Organen hervorruft, wird auch durch die Schwerkraft bei noch im lebhaften Wachsthum befindlichen Pflanzentheilen, besonders Stengeln und Wurzeln veranlasst. Legt man z. B. eine Keimpflanze, deren Wurzel senkrecht abwärts, deren Stengel senkrecht aufwärts gewachsen ist, horizontal, ohne dass dabei ihr Wachsthum gestört wird, so zeigt sie den Geotropismus in der Weise, dass der horizontal liegende Stengel sich mit seiner Spitze im Bogen aufwärts, die horizontal gelegte Wurzel sich mit der Spitze im Bogen abwärts krümmt und beide dann in verticaler Richtung weiter wachsen Die in der Richtung der Schwerkraft wachsende Wurzel ist positiv, der in entgegengesetzter Richtung wachsende Stengel negativ geotropisch. Positiv geotropisch sind ferner noch manche Rhizome und Zwiebeln erzeugende Sprosse (Physalis, Tulipa) und die Keimblattscheiden mancher Monocotyledonen (Phoenix, Allium), negativ geotropisch ausser aufrecht wachsenden (nicht bilateralen) Sprossen die Blattstiele, die Strünke vieler Hutpilze u. s. w.

236. Häufig wirken jedoch äussere Einflüsse wie Licht, Gewicht der wachsenden Theile, Feuchtigkeit, oder auch innere Ursachen dem Geotropismus entgegen, so dass bei derartigem Zusammentreffen andere Stellungen zu Stande kommen, als sie letzterer allein bedingen würde. Auffallend tritt dies z. B. hervor, wenn man in einem mit feuchten Sägespänen gefüllten, schief hängenden Siebe Samen so keimen lässt, dass ihre Keimwurzeln bald durch die Sieblöcher abwärts wachsen. Statt nun der Schwerkraft weiter zu folgen, schmiegen sie sich im Bogen der feuchten Siebunterfläche an und wachsen an dieser weiter oder gar wiederholt in dieselbe hinein und wieder hinaus. Ferner zeigt sich bei Verzweigungen

höherer Ordnung die Wirkung der Schwerkraft allmälig weniger, wie dies z. B. bei Wurzeln der Fall ist. Die positiv geotropische Hauptwurzel erzeugt Seitenzweige erster Ordnung, die häufig schon gar nicht mehr geotropisch sind und nach allen möglichen, durch ihre Anlage bedingten Richtungen den Boden durchwachsen.

Geotropismus und Heliotropismus sind insofern von einander unabhängig, als nicht etwa ein bestimmter Heliotropismus auch einen bestimmten Geotropismus bedingt und umgekehrt.

Häufig gleicht der Geotropismus die Wirkung des positiven Heliotropismus wieder aus, wenn die den letzteren bedingende einseitige Beleuchtung (wie etwa während der Nacht) aufhört (§ 231).

Ebenso ist ein bestimmter Geotropismus nicht etwa an die An- oder Abwesenheit des Chlorophylls geknüpft, wie u. a. die farblosen Mucorineen zeigen, deren Sporangienträger negativ, deren vegetative Myceläste positiv geotropisch sind.

237. Die durch den Geotropismus hervorgerufene Krümmung eines Organes ist Folge des ungleichen Längenwachsthums der der Wirkung der Schwerkraft zugewendeten und abgekehrten Seite desselben. Eine dieser Seiten wächst rascher, die andere langsamer, als jede bei vertical bleibender Stellung wachsen würden. Bei positiv geotropischen Organen, wie der Keimwurzel, findet das stärkste Wachsthum auf der dem Erdcentrum abgewendeten Seite statt; diese muss daher convex, die Unterseite concav werden, die freie Spitze sich abwärts richten (Fig. 50, w′). Negativ geotropische Organe, wie ein sonst aufrecht wachsender Stengel, zeigen stärkeres Wachsthum der Unterseite; diese wird daher convex, die Oberseite concav, die freie Spitze aufwärts gerichtet (Fig. 50, a′).

Fig. 50.

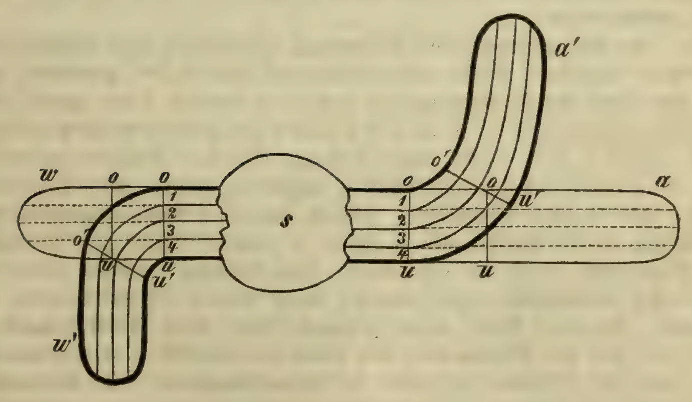


Fig. 50. Schematische Darstellung des positiven Geotropismus der Wurzel w, w′ und des negativen des Stengels a, a′ einer Keimpflanze, deren Same bei s liegt. Die Krümmungszone liegt in dem Stücke oouu der horizontal gelegten Organe, die geotropisch gekrümmte Strecke ist oo′ u′ u. Die vier durch parallele Linien bezeichneten Abtheilungen des geraden und gekrümmten Stückes deuten vier über einander liegende Zellen oder Zellenreihen eines Längsschnittes an. Das Uebrige im Text.

Nimmt man an, dass das ganze sich geotropisch krümmende Organ einzellig ist, oder dass die Krümmungsstelle desselben einer Zelle entspricht (Mucor), so würde bei positivem Geotropismus das der Oberseite, bei negativem das der Unterseite entsprechende Stück der Membran stärker in die Länge wachsen. Während also bei verticaler Lage der Zelle die Membranseiten oo und uu (Fig. 50) gleich lang sind, wären bei positivem Geotropismus $oo' > oo$ und $uu' < uu$, $oo' > uu'$ (Fig. 50, w, w'), bei negativer geotropischer Krümmung $oo' < oo$ und $uu' > uu$, also $uu' > oo'$ (Fig. 50 a, a').

Denkt man sich statt einer Zelle in dem Längsschnitt der Krümmungszone vier über einander gelegene Zellen (Fig. 50), so ist bei verticaler Stellung des Stengels, wie der Wurzel, nach einer bestimmten Zeit Zelle $1 = 2 = 3 = 4$. Bei horizontaler Lage und eingetretener Krümmung dagegen ist, da für jede Zelle in Bezug auf die Membranlänge der Ober- und Unterfläche das vorhin Gesagte Anwendung findet, bei positivem Geotropismus (Fig. 50, w, w')

(Oberseite) Zelle $1 > 2 > 3 > 4$ (Unterseite)

bei negativ geotropischen Organen (Fig. 50, a a') dagegen

(Oberseite) Zelle $1 < 2 < 3 < 4$ (Unterseite)

Dasselbe gilt von noch zahlreicher im vertikalen Längsschnitt über einander liegenden Zellen, dasselbe für entsprechende über einander liegende Zellenreihen der Krümmungsregion. Es wäre z. B. im letzteren Falle in Fig. 50 in dem Stengel a' Zellenreihe

(Oberseite) $1 < 2 < 3 < 4$ (Unterseite).

Directe Messungen an den entsprechenden Gewebestreifen bestätigen die gemachten Angaben. Weshalb aber beim positiven Geotropismus die Oberseite, beim negativen die Unterseite stärker wächst, während die Bedingungen (Schwerkraft) doch für beide die gleichen sind, ist zur Zeit vollständig unerklärbar.

238. An der geotropischen Krümmung betheiligen sich sämmtliche im Wachsthum begriffene Theile eines horizontal oder schief gestellten Stengels. Der Grad der Krümmung, die jedoch in keinem Falle genau einem Kreisbogen entspricht, ist je nach *Wachsthumsgeschwindigkeit*, *Abweichung von der Verticalrichtung*, *Dicke*, *Biegungsfestigkeit und Elastität* des betreffenden Organes, sowie nach *Zeitdauer und Nachwirkung* verschieden. Durch rascheres Wachsthum und grösste Annäherung an die Horizontallage wird in kürzerer Zeit die Krümmung verstärkt, ebenso durch die sogenannte Nachwirkung, wonach auch über die Zeit der horizontalen oder schiefen Lage hinaus die Krümmung noch fortdauert. Grössere Dicke eines Organes wirkt dem Geotropismus entgegen; und was die Biegsamkeit und Elasticität betreffen, so kommen diese um so mehr zur Geltung, je weiter die Krümmungszone vom Sprossgipfel entfernt liegt, je grösser also das nach abwärts ziehende Gewicht des letzteren ist. Da die Biegsamkeit mit Zunahme des Alters und der Dicke des Sprosses sich veringert, so ist auch dieser Umstand zu berücksichtigen.

239. An gewöhnlichen Sprosstheilen (einem Internodium etwa), deren Zone stärksten Wachsthums dem Gipfel näher liegt und die sich von hier ab nach rückwärts allmälig verdicken, *beginnt die Krümmung* am

Gipfeltheile, weil dieser am dünnsten ist, die geringste Last trägt und am raschesten wächst. Erst später tritt, während das Gipfelstück sich immer steiler aufrichtet, eine Krümmung auch am Mitteltheile und noch später am Basalstücke des der Wirkung der Schwerkraft unterliegenden Stengelstückes ein, so dass letzteres sich vielleicht nach aufwärts krümmt, wenn der Gipfel bereits vertical steht und der Wirkung der Schwerkraft entzogen ist. Letzterer kann dadurch und durch die Nachwirkung sogar über die Vertikalrichtung nach rückwärts hinaus gekrümmt werden.

Liegt umgekehrt die am stärksten wachsende Region des Internodiums an der Basis desselben, so tritt die Krümmung in entgegengesetzter Richtung wie im eben beschriebenen Falle auf.

Bei einem mit der wachsenden Spitze nach abwärts hängenden Sprosse tritt negativ geotropische Krümmung in der Weise ein, dass sich allmälig der Sprossgipfel hakenförmig nach aufwärts krümmt. Der ungünstigen Lage wegen erfordert dies jedoch längere Zeit als bei der Horizontalstellung.

Abgeschnittene und mit der Pflanze in Verbindung bleibende Stengel verhalten sich in jeder Beziehung gleich. Bei symmetrisch gespaltenen Sprossen, deren Hälften in Folge der Gewebespannung nach entgegengesetzter Richtung klaffen (§ 215), wirkt die Schwerkraft auf jede Hälfte gesondert ein, wenn die Spaltfläche der Horizontalebene parallel liegt.

240. Eine eigenthümliche Beziehung zum Geotropismus zeigen die Knoten der Grashalme. Während diese in der gewöhnlichen Verticalstellung bald zu wachsen aufhören, besitzen sie die Fähigkeit, bei späterer horizontaler Lage auf ihrer Unterseite wieder stärker in die Länge zu wachsen, während die concav werdende Oberseite sich verkürzt (oft unter Bildung von Querfalten in der Epidermis), was bei dem horizontal liegenden Internodium nie eintritt. Letzteres erhält daher keine geotropische Krümmung, wohl aber eine um so schärfere der Knoten, der nach vollendetem geotropischem Wachsthum oft wie geknickt aussieht. Die Aufrichtung des gelagerten Getreides wird durch diesen Geotropismus der Halmknoten ermöglicht.

241. Das im § 239 für die Krümmungszonen wachsender Stengel Gesagte gilt im Allgemeinen auch für die Wurzel. Auch bei dieser unterliegt nur die im Längenwachsthum befindliche Strecke dem Geotropismus. Da indessen die in Streckung begriffene Wurzelregion sehr kurz ist, da die ältesten Theile dieser Region sehr bald zu wachsen aufhören, die jüngeren Theile der Wurzel durch die Abwärtskrümmung aber in eine für die Schwerkraftwirkung ungünstige Lage kommen, so geht die geotropische Krümmung im scharfen Bogen nach abwärts. Selbst ein Widerstand, wie ihn Quecksilber bietet, wird dabei überwunden, da die Wurzel in dieses hinein wächst.

Gespaltene Wurzelspitzen beweisen durch ihr Verhalten, dass auch bei ihnen, wie bei gespaltenen Stengelspitzen (§ 239), die Schwerkraft auf jeden Theil einzeln einwirkt.

242. Dass wirklich nur die Schwerkraft Ursache der beschriebenen Veränderungen ist, zeigt ausser dem ganz gleichen Verhalten von Wurzel und Stengel auf allen Punkten der Erdoberfläche auch die Einwirkung der Centrifugalkraft auf Wurzel und Stengel keimender Samen. Befestigt man solche unter Beobachtung der nöthigen Wachsthumsbedingungen auf

einer um eine senkrechte Axe horizontal rotirenden Scheibe so, dass die vorherige Wachsthumsaxe tangentiale Stellung erhält, so stellen sich bei sehr rascher Rotation alle Wurzeln horizontal nach auswärts, der Centrifugalkraft folgend, alle Stengel jedoch horizontal einwärts, der Rotationsaxe zugewendet. Bei langsamer Rotation kommt aber die Schwerkraft noch mit zur Geltung und die Richtung von Wurzel und Stengel wird eine aus Grösse und Richtung beider Kräfte resultirende schiefe.

Lässt man die Scheibe vertical sehr rasch rotiren, so wirkt nur die Centrifugalkraft richtend auf die radial nach aussen sich stellenden Wurzeln und radial nach innen sich kehrenden Stengel. Sehr langsame Drehung, bei der weder Schwer- noch Centrifugalkraft wirken, zeigt keinerlei Einfluss auf die nach allen möglichen Richtungen wachsenden Theile.

Dass nur die noch im Wachsen begriffene Strecke des Stengels, wie der Wurzel, von der Centrifugalkraft beeinflusst wird, bedarf (nach § 235) keiner weiteren Erläuterung.

7. Die Nutationsbewegungen wachsender Organe.

243. Bei einer grossen Anzahl von Organen zeigen nicht sämmtliche Stellen des Umfanges gleiches Längenwachsthum, wie bei senkrecht wachsenden Stämmen und Wurzeln, sondern dasselbe ist aus inneren Ursachen (also von Heliotropismus und Geotropismus abgesehen) auf zwei einander entgegengesetzten Seiten, der Ober- und Unterseite, ungleich stark. Wächst die Oberseite rascher, als die Unterseite, so bezeichnet man das Organ als epinastisch, als hyponastisch dagegen, wenn die Unterseite im Verhältniss zur Oberseite stärkeres Wachsthum besitzt. Das ganze Organ wird als ein bilateral entwickeltes, die Krümmungsbewegung, die es in Folge von Epinastie oder Hyponastie ausführt, als Nutation bezeichnet und zwar als autonome oder spontane, wenn sie nur von inneren Ursachen abhängig ist (Winden der Stengel), als paratonische oder receptive, wenn sie auf Einwirkung äuserer Agentien erfolgt (Ranken, periodische Bewegungen von Laub- und Blüthenblättern). Mit Vollendung des Wachsthums hört auch die nutirende Bewegung eines solchen Organes vollständig auf.

Eine derartige Bilateralität besitzen in ausgeprägtester Weise die Laubblätter. Diese sind, wie schon im § 143 betont wurde, in ihrer Jugend hyponastisch, krümmen daher in der Knospe ihre Oberseite concav, während sie mit fortschreitendem Alter die letztere stärker entwickeln, also epinastich werden. Dasselbe gilt von den Kelch- und Kronblättern, sowie von vielen langen Staubgefässen und Griffeln. So hängen in der Blüthe von Dictamnus die Staubgefässe in Folge epinastischer Entwickelung zuerst mit den noch ungeöffneten Antheren nach abwärts, richten sich aber mit den später geöffneten Antheren durch Hyponastie auf.

Aber auch die allermeisten Seitensprosse sonst aufrechter Stämme sind bilateral. Hyponastisch sind z. B. die Zweige von Corylus avellana, Picea nigra, Ulmus campestris, Prunus avium etc., epinastisch die Zweige von Pyrus Malus, Tilia parvifolia, die Ausläufer von Fragaria elatior, Potentilla reptans, Ajuga reptans, die Blüthenzweige von Sinapis, Isatis, Archangelica u. s. w.

Bilateral ist endlich auch die Endknospe der Dicotyledonen-Keimpflanzen, welche nickend oder hängend bei der Keimung über die Erde tritt.

244. Heliotropismus und Geotropismus, sowie häufig das Gewicht des Zweigendes, wirken den durch solche Bilateralität hervorgerufenen Nutationsbewegungen entgegen und bedingen so die verschiedenartigsten Richtungsverhältnisse derselben, je nachdem die eine oder andere Kraft in den Vordergrund tritt. Die Abwärtskrümmung, welche in Folge von Epinastie an wachsenden Blättern entstehen würde, wird durch die entgegengesetzt erfolgenden heliotropischen und geotropischen Krümmungen aufgehoben. Bringt man jedoch durch entsprechende Drehung eines Zweiges die Oberseite der noch wachsenden Blätter nach unten, so wirken Epinastie, Heliotropismus und Geotropismus in gleicher Richtung und die Blätter kehren sich, oft unter Drehung des Blattstieles, mehr oder minder vollständig wieder um. Ebenso krümmen sich die epinastischen Ausläufer von Fragaria aufwärts, wenn sie mit der Oberseite nach unten horizontal gelegt werden, wobei der gleichsinnig wirkende Geotropismus die Krümmung verstärkt. Die hyponastischen Zweige von Corylus aber krümmen sich, mit der Unterseite nach oben gelegt, abwärts, weil die Hyponastie stärker wirkt, als die Schwerkraft.

245 Findet die Nutationsbewegung nicht, wie im § 243 ausgeführt, nur in einer Ebene nach rechts oder links statt, sondern nach allen Seiten hin, weil in kürzeren Zeiten alle Seiten des wachsenden Organes nach einander im Längenwachsthum überwiegen, so bezeichnet man sie als eine revolutive oder rotirende Nutation.

Derartige revolutive Nutationen zeigen namentlich die windenden oder schlingenden Stengel und die Ranken.

246. Bei windenden Stengeln sind die Blätter der jüngsten Internodien verhältnissmässig klein; die Endknospe hängt in Folge ihres Eigengewichtes seitwärts über und beschreibt in Folge der revolutiven Nutation der unter ihr befindlichen zwei bis drei jüngsten Internodien einen Kreis oder eine Ellipse. Findet während dieser Bewegung der Sprossgipfel eine senkrechte Stütze, so beschreibt er um diese eine Schraubenlinie. Ist die Stütze dünn, so findet keine Berührung statt. Wächst der kreisende Gipfel mit seiner Krümmung aus irgend welchem Grunde über die Stütze hinaus, so bilden sich die weiteren Windungen frei. Ein durch Druck bewirkter Reiz, wie bei den Ranken (§ 248) ist hier also nicht die Ursache des Windens. Erst später werden die anfänglich weiten und flachen Windungen (vielleicht in Folge von Schwerkraftswirkung?) enger und steiler und erst dann legen sie sich der Stütze fest an, während der Gipfel seine Bewegung um die Stütze herum fortsetzt und sich so wegen fortdauernder Streckung älterer, das Wachsthum allmälig einstellender Internodien gewissermaassen an der Stütze emporschraubt.

247. Die ersten Internodien der Keimpflanzen und der Seitensprosse von Schlinggewächsen winden nicht.

Die in Folge des Windens nach der Seite der Stütze gewendeten Blätter gleiten beim Anziehen der Windungen seitwärts von der Stütze ab, wobei sie das Internodium ein kleines Stück weit mitziehen.

Die Richtung der Windungen ist für die betreffende Art gewöhnlich constant, für die meisten Pflanzen nach links, für den Hopfen, Lonicera caprifo-

lium etc. nach rechts (d. h. wie die Bewegung der Zeiger einer Uhr). Doch kommt es auch vor, dass einzelne Individuen einer Art (Solanum Dulcamara) nach links, andere nach rechts winden, oder ein und derselbe Stengel abwechselnd rechts- oder linkswindend ist (Loasa aurantiaca).

Die Bewegungen windender Stengel sind um so energischer, je günstiger die Wachsthumsbedingungen sind. Sie finden auch im Finstern (Phaseolus multiflorus) statt, doch zeigt bei einseitiger Beleuchtung das Licht insofern Einfluss, als die Bewegung zur Lichtquelle hin rascher erfolgt, als von dieser fort.

248. Die Ranken zeigen den windenden Stengeln gegenüber die Eigenthümlichkeit, dass sie in den normalen Fällen sich nur in Folge eines durch Druck bewirkten Reizes krümmen und einrollen. Diese Fähigkeit tritt ein, wenn die Ranke etwa drei Viertel ihrer Grösse erreicht hat; unterstützt wird sie durch eine revolutive Bewegung des Sprossgipfels sowie der Ranke selbst, wodurch letztere die Möglichkeit der Annäherung an eine nahe Stütze erhält. Wird eine solche erreicht, so genügt eine leise Berührung mit der reizbaren Seite (gewöhnlich der Unterseite) der Ranke, um oft schon binnen wenigen Secunden oder Minuten (25 Sec. bei Passiflora gracilis, 30 Sec. bei Sicyos, bei Smilax dagegen erst nach einer Stunde) eine Krümmung der Berührungsstelle zu verursachen. Diese Krümmung geschieht in Folge des durch den Druck verursachten langsameren Wachsthums der gereizten, concav werdenden Seite und des rascheren der entgegengesetzten, convexen Aussenseite. Durch sie aber werden sofort neue Punkte der reizbaren Seite mit der Stütze in Berührung gebracht, so dass die Spitze der Ranke nach und nach die Stütze in korkzieherartigen Windungen umschlingt. Der Reiz pflanzt sich jedoch nicht allein gegen die Rankenspitze fort, sondern auch nach der Basis derselben zu, so weit diese noch nicht ausgewachsen ist. Daher rollt auch letztere sich in Folge stärkeren Wachsthums der Oberseite korkzieherartig ein und zieht dadurch den Spross noch näher an die Stütze. In diesem Theile liegen dann einige als Wendepunkte bezeichnete unregelmässige Stellen, an welchen die Windungen entgegengesetzt werden, um eine sonst eintretende Torsion auszugleichen. Später wächst die Ranke noch in die Dicke und verholzt.

249. Erreicht eine Ranke keine Stütze, so bleibt sie gerade, wird unbeweglich und fällt ab (Ampelideen); oder sie rollt sich von der Spitze nach der Basis zu korkzieherartig aber ohne die Wendepunkte der normal entwickelten Ranke ein und vertrocknet (Cucurbitaceen).

Wird eine Ranke durch Druck oder Reibung der entsprechenden Seite gereizt, ohne dass sie gleichzeitig an eine Stütze kommt, so tritt zwar die Krümmung ein, die Ranke streckt sich aber nach einiger Zeit wieder gerade und ist dann zum zweiten Male reizbar.

Die Raschheit der Bewegung ist auch bei den Ranken an günstige Wachsthumsbedingungen geknüpft. In Bezug auf das Licht verhalten sie sich wie windende Stengel (§ 247).

Der morphologische Charakter rankender Organe kann sehr verschieden sein (§§ 135, 145). In den meisten Fällen sind sie metamorphosirte Zweige (Ampelideen, Passifloreen, wahrscheinlich auch Cucurbitaceen). Bei Tropaeolum und Clematis rankt der Blattstiel, bei Gloriosa Plantii die

über das Blatt hinaus verlängerte Mittelrippe, bei Pisum der vordere metamorphosirte Theil des gefiederten Blattes, bei Fumaria officinalis das ganze Blatt.

Ampelopsis zeigt die Eigenthümlichkeit, dass ihre Ranken bei Berührung mit harten Körpern als Saugnäpfe wirkende Gewebepolster entwickeln, mittelst deren die Pflanze selbst an steilen Wänden emporklettert, wenn diese nur genügend rauh sind. Durch negativen Heliotropismus wird die Ranke dabei in ihre Richtung geleitet.

250. Mit der Bilateralität ist häufig Torsion des betreffenden Organes verbunden, d. h. eine Drehung desselben um seine Wachsthumsaxe, durch welche seine länger werdenden Seitenlinien letztere schraubig umlaufen. Dieselbe zeigt sich namentlich bei allen windenden Stengeln und bei vielen aufrechten Stengeln mit langen Internodien. Bei Blättern (Allium ursinum, manche Gräser) führt sie zu einer Umkehr eines Theiles der Blattflächen, von denen dann die Unterseite nach oben gewendet ist. Aber auch viele nicht bilateral entwickelte Organe besitzen Torsion, wie die Fruchtstiele der Moose, die Internodien der Characeen u. s. w.

Die Torsion eines Pflanzentheiles kann durch zwei verschiedene Ursachen hervorgerufen werden. Einmal entsteht sie dadurch, dass bei drehenden Axen die peripherischen Gewebe ein längere Zeit andauerndes Längenwachsthum besitzen, als die centralen, bei tordirenden Blättern die Seitenränder längere Zeit wachsen, als der Mittelnerv. Bei drehenden Internodien tritt die Torsion erst zu Ende des Längenwachsthums ein, wenn letzteres in den centralen Geweben ganz oder fast ganz aufgehört hat.

Ferner kann eine Torsion auch durch eine ungleichseitige Belastung veranlasst werden, wie sie die ungleiche Vertheilung von Blättern und Seitensprossen namentlich an horizontal wachsenden Zweigen bedingt. Sehr geringe Elasticität des Organes, Geotropismus und Heliotropismus werden derartige Torsionen unterstützen, noch lange andauerndes Wachsthum eines solchen tordirten Pflanzentheiles die Torsion zu einer dauernden machen.

251. Bei einer grossen Zahl von Pflanzen zeigen die im Wachsen begriffenen Laub- und Blüthenblätter periodische Nutationsbewegungen in Folge von Licht- und Temperaturschwankungen, welche auch hier mit Vollendung des Wachsthums aufhören und die dadurch hervorgerufen werden, dass eine innerhalb gewisser Grenzen stattfindende Steigerung der Lichtintensität und der Wärme ein stärkeres Wachsthum der Oberseite und damit ein Oeffnen, ein Sinken beider Einflüsse stärkeres Wachsthum der Unterseite des Blattes und in Folge dessen Schliessung bewirkt, wenn die Tagesstellung die offene ist. Die umgekehrte Wirkung tritt ein, wenn die Nachtstellung der Organe die offene ist.

So heben sich in Folge stärkeren Wachsthums der Unterseite Nachts die Blätter von Chenopodium, Stellaria, Linum und Brassica; sie senken sich, weil Nachts die Oberseite stärkeres Wachsthum zeigt, bei Impatiens, Polygonum Convolvulus etc. Die meisten Blüthen öffnen sich am Tage und sind während der Nacht geschlossen.

252. Die Krümmung, resp. Bewegung der genannten Organe erstreckt sich nicht über die ganze Fläche derselben, sondern ist auf eine Stelle geringen Umfanges beschränkt, an welcher das Wachsthum längere Zeit fort-

dauert. Diese liegt meistens an der Basis des Organes, bei Oxalis rosea über der Mitte des Blumenblattes. Bei Compositen findet ein Schliessen des ganzen Blüthenstandes statt; die Krümmungszone der einzelnen Blüthen liegt dann entweder dicht über der Röhre der zungenförmigen Krone (Bellis) oder in der Röhre selbst (Taraxacum). — Bei Crocus dauert das abwechselnd ungleichseitige Wachsthum der Perigonzipfel, deren krümmungsfähige Zone dicht über der Blumenröhre liegt, auch dann noch fort, wenn von einer Seite oder von beiden Flächen die Epidermis abgezogen wird.

An den Laubblättern hört die Bewegung mit dem Alter derselben auf. Bei Chenopodium bilden die jungen Blätter während der Nacht in Folge ihrer Einwärtskrümmung grosse Knospen, die älteren biegen sich ein wenig, die ältesten gar nicht.

Durch das abwechselnd stärkere Längenwachsthum der Ober- und Unterseite wiederholt zusammenneigender und auseinanderweichender Blätter wird natürlich auch das Gesammtwachsthum derselben gefördert.

253. Der Grad der Bewegung ist je nach dem Grade der Lichtintensität oder der Temperatur, wie der Empfindlichkeit der Blätter ein sehr verschiedener. Sehr empfindlich gegen Temperaturschwankungen sind die Blüthen von Crocus und Tulipa, von Adonis vernalis, Ornithogalum umbellatum und Colchicum autumnale. Crocusblüthen reagiren bereits auf eine Schwankung von $^1/_2$°C, öffnen sich durch eine Steigerung um 5°C in 8 Minuten, bei Schwankungen von 12 zu 22°C bereits in 3 Minuten; die untere Temperaturgrenze für noch stattfindende Bewegungen liegt oberhalb 8°C. Ebenso öffnen sich die Blüthen von Hieracium vulgatum, Oxalis rosea u. a. erst bei 8—10°C; bei 1—3° bleiben sie selbst am Lichte geschlossen.

Besondere Empfindlichkeit gegen Lichtschwankungen zeigen die Blüthen von Crocus und Tulipa, die sich bei plötzlicher Verdunkelung oder Beleuchtung auch dann noch energisch schliessen oder öffnen, wenn selbst geringere günstige Temperaturschwankungen der Lichtwirkung entgegen arbeiten; ferner die Blüthenköpfe von Calendula officinalis, Leontodon hastilis etc., die Morgens bei völliger Verdunkelung sich schliessen, selbst wenn die Temperatur 19—20°C beträgt. Ebenso bewirkt plötzliche Beleuchtung ein energisches Oeffnen der Blüthen von Oxalis rosea und Compositen, wenn dieselben vorher längere Zeit im Dunkeln waren.

Ueberhaupt ist die Bewegung des Organes auf Temperatur- und Lichtwechsel um so energischer, je längere Zeit vorher der entgegengesetzte Zustand dauerte. Stärkere Temperaturschwankungen wirken dabei häufig dem Lichtwechsel, stärkere Lichtschwankungen dem Temperaturwechsel entgegen, je nachdem die betreffenden Organe für den einen oder anderen Einfluss empfindlicher sind.

Aus allen diesen Verschiedenheiten erklärt es sich auch, weshalb viele Blüthen sich nur zu gewissen Tagesstunden öffnen, andere von jedem Witterungswechsel beeinflusst werden u. s. w.

6. Die Variationsbewegungen ausgewachsener Organe.

254. Wie die Nutationsbewegungen (§§ 243 und 251), so lassen sich auch die Variationsbewegungen in spontane und paratonische unterscheiden, von denen die ersteren nur durch innere Ursachen bedingt sind, letztere durch

Einwirkung derselben äusseren Agentien (Licht, Wärme, Reiz) hervorgerufen werden, die auch bei den ähnlichen Nutationen diese veranlassen. Während aber die Nutationsbewegungen mit vollendetem Wachsthum aufhören (§ 243), dauern die Variationsbewegungen auch nachdem fort, ja sie kommen erst beim völlig ausgewachsenen Organe zur kräftigsten Geltung. Während ferner bei der Nutation ungleichseitiges Wachsthum die Bewegung veranlasst, sind bei den Variationsbewegungen Aenderungen in der Gewebespannung die letzte Ursache derselben.

Nur unter abnormen Bedingungen (Heliotropismus und Geotropismus) tritt auch bei den Variationsbewegungen ausführenden Organen noch nachträgliches Wachsthum ein.

255. Variationsbewegungen werden nur von Blattgebilden (Laub- und Blumenblättern, Staubgefässen und seltener Griffeln oder Narben) ausgeführt. In ihrem anatomischen Baue stimmen diese Organe darin überein, dass an der beweglichen Stelle ein oder einige sehr geschmeidige Gefässbündel von einem saftigen Parenchym (Schwellgewebe) umgeben werden, dessen äussere Lagen keine oder nur kleine, dessen innere Schichten dagegen meistens grössere lufthaltige Intercellularräume besitzen. Vielfach springen die die Bewegungen ausführenden Stellen wulstartig als sogenanntes Polster vor (Mimosa, Phaseolus).

Die Spannung zwischen dem elastischen Fibrovosalstrange und dem stark turgescirenden Parenchym ist eine sehr grosse, am stärksten in den mittleren Parenchymlagen.

1. Variationsbewegungen in Folge von Berührung oder Erschütterung.

256. Diejenigen Organe, deren Bewegung durch Berührung oder Erschütterung hervorgerufen wird, besitzen eine sehr wenig entwickelte Epidermis, die dem stark turgescirenden Parenchym weniger Widerstand entgegensetzt, als der axile Fibrovasalstrang. Die Reizbarkeit beschränkt sich auf das Parenchym und zwar entweder nur auf eine Seite des etwas abgeflachten Organes (Blattgelenke von Mimosa), oder sie tritt auf allen Seiten desselben hervor (Staubgefässe der Cynareen).

Die Reizbarkeit wird durch das Bestreben der Parenchymzellen, stets Wasser aufzunehmen und dadurch bedingt, dass eine geringe Erschütterung oder Berührung die Zellen bestimmt, sofort einen Theil ihres Wassers durch die Membran in die Intercellularräume austreten zu lassen. In dem Maasse nun, wie Wasser durch die Zellwand filtrirt, ziehen sich die elastischen Zellhäute zusammen. Dadurch, und weil ein Theil des ausgestossenen Wassers in entferntere Gewebe geleitet wird, verringert sich das Volumen der gereizten Seite, deren Epidermis sich zusammenzieht, während gleichzeitig das nicht gereizte Gewebe der entgegengesetzten Seite des Organes sich durch Wirkung seines ungestörten Turgors ausdehnt und diese convex macht, unterdessen die gereizte Seite sich concav krümmt. Die von dem sich krümmenden Organe getragenen Blatttheile werden daher mehr oder minder gehoben (Blattlappen von Dionaea, Fiederblättchen von Mimosa), wenn die sich concav krümmende Seite oben liegt, gesenkt (das ganze Blatt von Mimosa), wenn nur die Unterseite reizbar ist.

Nach einiger Zeit nehmen die erschlafften Zellen wieder Wasser auf;

ihr Turgor steigert sich und das Volumen der einzelnen Zellen wie des ganzen gereizten Gewebes wird dadurch vergrössert, die vorher concave Seite allmälig wieder gestreckt bis convex, das Organ für einen neuen Reiz empfindlich.

Der Reiz selbst wirkt wahrscheinlich unmittelbar nur auf das Protoplasma, welches durch ihn für Wasser permeabeler wird und, da es der Zellwand dicht anliegt, dieses auch durch letztere filtriren lässt. Die Membran selbst verliert wohl kein Wasser, sondern folgt nur in Folge ihrer Elasticität dem sich contrahirenden Plasma und dehnt sich abermals, wenn dieses durch neue Zufuhr von Wasser selber wieder ausgedehnt wird.

257. Bei Mimosa pudica besitzt das doppelt gefiederte Blatt ein reizbares Organ von 4—5 Mm. Länge und 2—2,5 Mm. Durchmesser an der Basis des Hauptstieles, etwa halb so starke Bewegungsorgane an der Basis jeder Fieder erster Ordnung, beide Organe auf der Unterseite reizbar, während die noch kleineren Bewegungsorgane der Fiederchen auf Reiz der Oberseite sich krümmen.

Eine Erschütterung der ganzen Pflanze bewirkt Bewegung sämmtlicher Blätter in der Weise, dass sich in Folge concaver Krümmung ihrer Unterseite die Blattstiele senken, dass die Fiedern erster Ordnung nach vorne und die Fiederchen sich nach vorne und oben zusammenlegen.

Dasselbe geschieht aber auch, wenn bei einer sehr empfindlichen Pflanze nur ein Fiederchen gereizt wird. Berührt man das Bewegungsorgan eines der letzten Blättchen, so legt sich das betreffende Paar sofort zusammen, dann das zunächst unter demselben stehende, das dritte u. s. w. bis zur Basis der Fieder. Dann folgen die Blättchen der benachbarten Fiedern von unten nach oben, die Fiedern schlagen nach vorne zusammen und zuletzt senkt sich das ganze Blatt. Nach einiger Zeit beginnt ein nächst unteres oder oberes Blatt ähnliche Bewegungen und dann noch weiter entfernte Blätter: der Reiz pflanzt sich von einer einzelnen berührten Stelle aus fort.

258. Diese Fortpflanzung des Reizes beruht darauf, dass das aus den Zellen des gereizten Gewebes austretende Wasser eine Bewegung des Wassers in den Wänden und nicht communicirenden Zellhöhlungen des Gefässbündels hervorruft, welche ihrerseits wieder eine Veränderung des Wassergehaltes in dem reizbaren Parenchym benachbarter Organe und somit Bewegung dieser bewirkt.

Bewiesen wird dieses dadurch, dass nach dem Durchschneiden der Unterseite des Blattstielpolsters bei jedem nach Erholung der Pflanze später erfolgenden Reiz auch jedesmal ein Wassertropfen aus der Schnittfläche tritt. Ebenso findet ein Reiz statt, wenn man vorsichtig unterhalb eines Blattes einen queren Einschnitt in den Holzkörper des Stengels macht. Der sofort austretende Wassertropfen setzt das Wasser des Stengels und von diesem aus dasjenige des Blattes in Bewegung und verursacht dadurch die entsprechende Aenderung in der Gewebespannung der reizbaren Polster. Wird endlich ein Blatt einer Mimosa so befestigt, dass es sich bei Reizung nicht bewegen kann, so sieht man bei leiser Berührung der Unterseite des Blattstielpolsters blitzschnell das Gewebe desselben von der Berührungsstelle aus dunkler werden. Es rührt dieses daher, dass das in die Intercellularräume austretende Wasser Luft aus diesen verdrängt, so dass weniger Licht durchgelassen wird.

259. Wird vom Blattstielpolster einer Mimosa die obere Hälfte des Parenchyms bis zum Fibrovasalstrange weggeschnitten, so richtet sich der Stiel nach Aufhören des Reizes steiler auf, als vorher und bleibt auch später schwach reizbar. Schneidet man dagegen das Parenchym der Unterseite fort, so senkt sich der Stiel steil nach unten und verliert seine Reizbarkeit ganz.

Spaltet man das gekrümmte Blattstielpolster eines abgeschnittenen Blattes in eine obere und untere Hälfte, so wird letztere fast gerade, erstere krümmt sich noch stärker convex. Spaltet man das Polster durch zwei parallele Längsschnitte in eine mittlere, das Gefässbündel enthaltende Lamelle und einen oberen und unteren Parenchymstreifen, so krümmt sich der letztere ein wenig nach aufwärts, der obere Parenchymstreifen dagegen stark abwärts und beide werden zugleich länger, als die Mittellamelle mit Gefässbündel. In Wasser gelegt nimmt dann der untere Parenchymstreifen rascher und mehr Wasser wieder auf, als der obere; er krümmt sich daher in Folge des stärker werden Turgors sehr kräftig in die Höhe und strebt den axilen Fibrovasalstrang aufwärts zu drücken, während das obere Parenchym ihn abwärts beugt.

Derartige Versuche bestätigen noch weiter das in den §§ 256 und 257 Gesagte.

Der Mimosa pudica ähnlich verhalten sich auch andere Arten dər Gattung, ferner Acacia lophantha, Robinia, viele Arten von Oxalis etc. Nur erfolgt bei den meisten dieser Pflanzen die Bewegung erst auf sehr heftige Erschütterungen.

260. Die Staubgefässe mancher Cynareen (Centaurea, Cynara, Cnicus, Carduus, Onopordon) und Cichoriaceen (Hieracium, Cichorium) sind zur Zeit, wo der Pollen aus den Antheren entlassen wird, ihrer ganzen Ausdehnung nach sehr reizbar. Ihre Filamente sind convex nach auswärts gebogen, verkürzen sich aber auf Berührung oder Erschütterung derart, dass sie sofort gerade werden, die den Griffel umfassende Antherenröhre nach abwärts ziehen und damit die Entleerung eines Theiles des Pollens bewirken, um sich dann sehr bald durch Krümmung wieder zu verlängern. Reizung eines Filamentes hat auch die der anderen Staubfäden zur Folge, bei der Enge der Corolle gewöhnlich auch eine Bewegung dieser. Streift man daher leise mit dem Finger über einen Blüthenkopf hin, so kommen alle Blüthen in lebhafte Bewegung.

Auch hier ist Wasseraustritt aus den stark turgescirenden Zellen des Parenchyms in die Intercellularräume desselben Ursache der Spannungsveränderungen, wie schon daraus hervorgeht, dass ähnlich, wie bei Mimosa, auch aus einem Einschnitte in das Filament solcher Staubgefässe auf einen neuen Reiz der Austritt eines Wassertropfens erfolgt. Dass der axile Fibrovasalstrang sehr elastisch ist und daher nach Aufhören seiner Dehnung durch das stark turgescirende Parenchym eine sofortige Kürzung des Filamentes verursachen kann, geht schon daraus hervor, dass letzteres sich auf das Doppelte seiner Länge dehnen lässt und sich dann auf seine ursprüngliche Länge wieder zusammenzieht.

Die Staubgefässe von Berberis und Mahonia, die sich durch das Fehlen der Intercellularräume im Parenchym auszeichnen, sind nur auf der Innenseite der Basis ihrer nach aussen zurückgeschlagenen Filamente reiz-

bar, die bei erfolgender Berührung ihre Innenseite concav krümmen und dadurch die Antheren gegen die Narbe bewegen.

261. Reizbare weibliche Geschlechtsapparate sind seltener. Ausgezeichnet ist unter ihnen die Griffelsäule von Stylidium, welche im normalen Zustande knieförmig herabgebogen ist, bei Berührung am Knie aber in die entgegengesetzte Richtung überschnellt, damit jedoch zugleich ihre Reizbarkeit verloren hat.

Auf Berührung ihrer Innenseite legen sich ferner die Narbenlappen verschiedener Pflanzen (Mimulus, Goldfussia, Martynia) zusammen.

2. Variationsbewegungen in Folge von Licht- und Temperaturschwankungen.

262. Die auf Reiz beweglichen Blätter der Leguminosen und Oxalideen, aber auch die Blätter mancher anderer, keine Reizbewegung zeigenden Pflanzen (Marsiliaceen, Phaseolus und andere Papilionaceen) sind für Lichtwechsel in der Weise empfindlich, dass jede Verdunkelung und nachfolgende Beleuchtung Bewegungen verursacht, welche den durch Reiz hervorgerufenen gleichen und auch durch dieselben Bewegungsorgane vermittelt werden. So legen sich die Blätter der Mimosa pudica Abends genau so zusammen, wie bei stattfindender Berührung und ihre Blättchen breiten sich am nächsten Morgen auch in gleicher Weise wieder aus einander.

Die durch Verdunkelung hervorgerufene Zusammenfaltung der Blätter wird als Nachtstellung (Schlafstellung), die durch Beleuchtung bewirkte Entfaltung als Tagstellung bezeichnet. Die Richtung der Blättchen ist in beiden Fällen für die betreffende Art constant, für verschiedene Arten aber verschieden. So sind in der Nachtstellung die Blättchen von Mimosa und Tamarindus nach vorne und aufwärts, die von Tephrosia caribaea nach hinten zusammengelegt; die Blättchen von Phaseolus, Lupinus, Glycyrrhiza, Robinia, Oxalis etc. sind abwärts, die von Vicia, Trifolium, Lotus, Lathyrus, Marsilia u. a. aufwärts zusammengeschlagen; aufwärts bewegt sich der Blattstiel bei Phaseolus, abwärts bei Mimosa.

263. Die Empfindlichkeit für Lichtreiz ist bei den verschiedenen Arten sehr ungleich; bei manchen wirkt schon eine Beschattung. Ebenso ist die durch Lichtschwankung bewirkte Bewegung um so energischer, je längere Zeit vorher der entgegengesetzte Zustand dauerte.

Ursache der Bewegung selbst ist auch in diesen Fällen die sich ändernde Gewebespannung in Folge veränderten Turgors der Zellen. Die durch Verdunkelung erfolgende Nachtstellung ist aber (gerade entgegengesetzt der durch Reiz bewirkten Bewegung (§ 256), mit Zunahme des Wassergehaltes, also mit Steigerung des Turgors, — die in Folge der Beleuchtung eintretende Tagstellung mit Wasserverlust, demnach Verminderung des Turgors verbunden. Dass nun dennoch eine Krümmung des Bewegungsorganes eintritt, liegt darin, dass die Turgescenz sich stets auf der einen Seite energischer und rascher ändert, als auf der entgegengesetzten. Nimmt also z. B. in dem Blattstielpolster einer Mimose der Wassergehalt mit Verdunkelung in der oberen Hälfte des Parenchyms rascher und bedeutender zu, als in der unteren Hälfte desselben, so muss die obere Seite des Bewegungsorganes convex, die untere concav werden,

das ganze Blatt sich senken; es hebt sich wieder, wenn bei eintretender Beleuchtung die obere Hälfte des Polsters mehr Wasser abgiebt, als die Unterseite, die nun convex wird.

Wird das Bewegungsorgan unmittelbar von einer Temperatursteigerung betroffen, so tritt in Folge der entsprechenden Aenderungen im Turgor Nachtstellung ein (Oxalis, Phaseolus). Gleichzeitige Steigerung der Lichtintensität und Wärme bewirkt eine bald mehr der Tag-, bald mehr der Nachtstellung genäherte Lage der Blatttheile, je nachdem die Licht- oder Wärmewirkung überwiegt.

3. Spontane Variationsbewegungen.

264. Gegenüber den in den §§ 256—263 dargestellten paratonischen Variationsbewegungen treten die spontanen nur dann merklich hervor, wenn sie mit bedeutenderer Energie ausgeführt werden, wie es z. B. an den Seitenblättchen von Hedysarum gyrans der Fall ist. Diese bewegen sich mit ihrer Spitze ungefähr im Kreise herum, so dass die Mittelrippe etwa eine Kegelfläche beschreibt. Jeder Umlauf dauert 2—5 Minuten, und die Bewegung findet sowohl im Finstern, als im Lichte statt, wenn nur die Temperatur eine genügend hohe (22—25°) ist.

Bei den meisten Pflanzen überwiegt jedoch die tägliche periodische Bewegung in der Weise, dass sie die spontane verdeckt (Trifolium, Mimosa, Oxalis) und diese nur in constanter Finsterniss deutlicher hervortritt. So beträgt z. B. an dem Endblättchen von Trifolium pratense der Schwingungsbogen noch 40—150° in Zeit von $1\frac{1}{2}$—4 Stunden.

Dass derartige Bewegungen mit den vorigen auf gleiche Ursache zurück zu führen sind, unterliegt wohl keinem Zweifel. Sie kommen wahrscheinlich dadurch zu Stande, dass abwechselnd die eine und die andere Hälfte des Bewegungsorganes der entgegengesetzten einen Theil des Wassers entzieht, dass also die eine Hälfte des Gewebes um so viel an Turgor zunimmt, als die andere verliert.

4. Vorübergehende Starrezustände der Bewegungsorgane.

265. Gehen bei periodisch beweglichen und reizbaren Organen die äusseren Einflüsse über ein gewisses Maass hinaus, so treten Starrezustände ein, während welcher keine Bewegung stattfindet. Wird dabei das Organ nicht getödtet, so wird dasselbe bei Einführung normaler Verhältnisse wieder beweglich.

Derartige Zustände können durch zu niedere oder zu hohe Temperatur herbeigeführt werden: Kältestarre, bei unter 15°C und Wärmestarre, bei über 40°C Lufttemperatur für Mimosa eintretend, um so rascher, je weiter diese Grade überschritten werden. Sie treten ein, wenn die Pflanze einige Tage nicht begossen wird: Trockenstarre (nur bei Mimosa beobachtet); oder wenn sie einige Zeit im luftleeren oder in einem mit Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlensäure, Aether- oder Chloroformdämpfen gefüllten Raume verweilt (Mimosa, Staubgefässe von Berberis), oder wenn rasch hinter einander stärkere Erschütterungen (Mimosa), oder wenn elektrische Ströme (Griffelsäule von Stylidium) einwirken. Dabei werden die Blättchen einer Mimose manchmal geschlossen (Wärmestarre), ein andermal bleiben sie völlig geöffnet (Trockenstarre).

266. Dunkelstarre, die nur an chlorophyllhaltigen Organen beobachtet wird, tritt dann ein, wenn die betreffende Pflanze einen oder mehrere Tage in einem dunkelen Raume gehalten wird. Bringt man z. B. eine Mimose Abends in einen Dunkelapparat, so treten zwar zunächst mit grosser Regelmässigkeit noch Oeffnungs- und Schliessungsbewegungen der Blättchen ein, welche Morgens und Abends stattfinden und als Nachwirkungsbewegungen bezeichnet werden. Allein diese werden immer schwächer, so dass am zweiten Abend die Blättchen schon nicht mehr zusammenklappen, am dritten Morgen dieselben sich schon nicht mehr horizontal legen, bis sie endlich geöffnet stehen bleiben, der Blattstiel fast horizontal vom Stamme absteht und nun die Pflanze auch gegen Reiz unempfindlich ist. An das Licht gebracht, tritt dann oft erst nach einigen Tagen die Beweglichkeit wieder ein.

7. Die Fortpflanzung.

267. Die Fortdauer der Pflanzenformen wird in erster Linie dadurch mit bedingt, dass sich vom Körper einer Pflanze gewisse Theile loslösen, welche im Stande sind, unter günstigen Existenzbedingungen ein selbstständiges Leben zu beginnen und sich zu einem der Mutterpflanze ähnlichen Individuum zu entwickeln. Da gewöhnlich eine Pflanze mehrere oder viele derartige Fortpflanzungsorgane zu erzeugen vermag, so ist mit der Fortpflanzung zugleich auch eine Vermehrung der Individuen einer Art verbunden.

Die verschiedenen Arten der Fortpflanzung lassen sich in ungeschlechtliche und geschlechtliche unterscheiden.

268. Die ungeschlechtliche (asexuelle) Fortpflanzung ist dadurch charakterisirt, dass der sich von der Mutterpflanze ablösende Theil ohne Mithilfe eines anderen Organes sich zu einer neuen Pflanze entwickelt. Dieses wird bei einer sehr grossen Anzahl von Pflanzen in der verschiedensten Weise erreicht. Manche Pflanzen zeichnen sich dadurch aus, dass ihre Stämme von hinten her absterben und verwesen und dass in Folge dessen die Verzweigungen derselben zu isolirten Pflanzen werden (Moose — viele Rhizome und kriechende Stengel — Ausläufer). Von anderen Pflanzen lassen sich abgeschnittene Zweige als Stecklinge behandeln und zu neuen Individuen erziehen (§ 112 — Weiden, Pappeln, viele Zierpflanzen); oder Zweige entwickeln sich als Absenker, wenn sie noch in Verbindung mit der Mutterpflanze in die Erde hinabgebogen und erst abgeschnitten werden, nachdem sie sich bewurzelt haben (Nelken). Die schon im § 134 (S. 88) erwähnten Brutknospen gehören ebenfalls hierher. Dieselben sind nicht allein den Gefässpflanzen eigenthümlich, sondern bilden sich auch bei zahlreichen Moosen. Ebenso erzeugen Adventivknospen (§ 137) sehr häufig neue Individuen, besonders dann, wenn sie sich in Wurzeln entwickeln, oder wenn ihre Bildung in Blättern durch geeignete Behandlung veranlasst wird (Begonien-Zucht der Gärtner).

Bei den Flechten lösen sich aus dem Thallus ganze Gruppen von Gonidien, von einer Anzahl Pilzhyphen umsponnen, als die später zu beschreibenden sogenannten Soredien (§ 363) los, um unter günstigen Vegetationsbedingungen zu einem neuen Flechtenthallus heranzuwachsen. Manche der

niedrigst organisirten einzelligen Thallophyten endlich vermehren sich nur durch einfache Theilung der Zelle.

Die bis jetzt erwähnten Arten der ungeschlechtlichen Fortpflanzung werden auch wohl als vegetative Vermehrung bezeichnet.

269. Ihnen gegenüber steht dann eine ungeschlechtliche Fortpflanzung im engeren Sinne, welche durch Erzeugung von Sporen, Brutzellen und Schwärmzellen erfolgt, wie sie nur bei den Kryptogamen beobachtet werden.

Die Sporen sind meistens einzelne Zellen, selten Gruppen von wenigen Zellen (manche Pilze und Flechten). Sie entwickeln sich durch verschiedene Art der Zellbildung im Innern anderer Zellen (wie z. B. in den sogenannten Schläuchen der Ascomyceten) oder kapselartiger Organe (Sporangium der Farne — Sporogonium der Moose), seltener durch Sprossung oder Abschnürung (§ 56) an eigenthümlich gestalteten Zellen an der Oberfläche oder in Höhlungen sogenannter Fruchtkörper (Basidiomyceten). Immer bezeichnet ihr Auftreten das Ende eines bestimmten Entwickelungsabschnittes, einer Generation im Leben der betreffenden Pflanze, ihre weitere Entwickelung den Beginn einer zweiten Generation.

Die Brutzellen sind ebenfalls nur in der Minderzahl der Fälle kleine Zellenkörper, meistens auch einzelne Zellen, welche durch Sprossung und Abschnürung (Conidien der Pilze etc.), seltener im Inneren von Mutterzellen (Mucor, Florideen) gebildet werden. Sie erzeugen durch ihre Keimung immer wieder nur die betreffende Generation, der sie entsprossen waren. Von den Brutknospen sind sie nicht immer strenge zu unterscheiden, da zwischen ihnen und diesen Bindeglinder existiren (Lebermoose).

Als Schwärmzellen (Schwärmsporen) werden bewegliche Primordialzellen (§ 7) bezeichnet, welche sich selbstständig mit Hülfe von Plasmawimpern bewegen (§ 13). Sie finden sich bei einer grossen Anzahl von Algen und bei einzelnen Pilzen (z. B. Saprolegnieen) und erzeugen auch unmittelbar wieder die Generation, aus der sie entstanden waren.

270. Das Wesen der geschlechtlichen (sexuellen) Fortpflanzung spricht sich darin aus, dass bei ihr zwei Zellen in Wechselwirkung treten müssen, um eine neue entwickelungsfähige Zelle zu erzeugen, während jede der beiden Geschlechtszellen für sich allein sich nicht weiter zu entwickeln vermag.

Nur bei den niedrigst organisirten Thallophyten existirt eine geschlechtliche Fortpflanzung nicht. Wo sie zum ersten Male auftritt, sind es im Wesentlichen gleich gestaltete, meistens gleich grosse und sich bei der Vereinigung ganz gleich verhaltende Zellen, welche die Befruchtung ausführen, zuerst Schwärmzellen (Pandorina), dann unbewegliche Zellen (Spirogyra), wie sie uns in der Classe der Zygosporeen entgegentreten.

In den allermeisen Fällen jedoch sind die als männlich und weiblich bezeichneten Geschlechtszellen von ungleicher Gestalt und auch ungleicher Grösse, oder sonst ungleicher Beschaffenheit.

271. Bei den hierher gehörenden Kryptogamen ist die immer unbewegliche weibliche Zelle stets grösser, als die sich mit ihr vereinigende männliche. Die weibliche Zelle ist ferner meistens ein nacktes Ei, das in der sie erzeugenden aber sich öffnenden Zelle eingeschlossen bleibt, selten vor der Befruchtung ausgestossen wird (Fucaceen); selten ist sie eine mit

Membran versehene Zelle (Florideen, sowie die in neuerer Zeit in Bezug auf ihre sogenannten Geschlechtsorgane wieder angezweifelten Ascomyceten und Basidiomyceten). Die männlichen Zellen sind in der Regel hautlose Spermatozoiden und in den meisten Fällen mit Hülfe von Plasmawimpern frei beweglich; wenn ihnen die Wimpern fehlen, werden sie passiv dem weiblichen Organe entgegengeführt (Florideen). In anderen Fällen sind sie unbeweglich und von einer Membran umgeben; sie wachsen zum weiblichen Organe hin und senden in dieses zur Eizelle einen die Uebertragung des Befruchtungsstoffes vermittelnden Fortsatz (Peronosporeen, Saprolegnieen). Die sonstigen Eigenthümlichkeiten der Sexualorgane der Kryptogamen sollen bei den einzelnen Ordnungen und Familien weiter erörtert werden.

272. In der Gruppe der Phanerogamen ist das gegenseitige Verhältniss der beiderlei Geschlechtszellen ein in allen Abtheilungen mehr übereinstimmendes. Das Ei liegt als nackte Zelle unbeweglich im Embryosacke der Samenknospe, die nur in seltenen Fällen ohne weitere Umhüllung ist, d. h. nicht von einem Fruchtknoten umschlossen wird (Gymnospermen). Die mit derber Membran versehene männliche Zelle, das Pollenkorn, wird passiv der Narbe des weiblichen Organes (Angiospermen), seltener sofort der Mikropyle der Samenknospe (Gymnospermen) zugeführt. Hier entwickelt sie durch Auswachsen einer innersten zarten Membranlamelle den Pollenschlauch, der mit seiner Spitze bis zur Eizelle hinwächst und auf diese seinen befruchtenden Inhalt überträgt.

273. Da keine der beiden Geschlechtszellen für sich allein weiter entwickelungsfähig ist, d. h. da aus keiner für sich allein ein neues Individuum, eine neue Pflanze entsteht, wohl aber eine solche von der weiblichen Zelle erzeugt wird, wenn beide in Wechselwirkung treten, so darf man annehmen, dass durch die männliche Zelle der weiblichen ein befruchtender Stoff zugeführt wird, welcher eben in der weiblichen Zelle einen neuen Entwickelungsprocess anregt. Eine directe Vereinigung der Plasmamassen der Geschlechtszellen wurde bei manchen Algen (Conjugaten, Oedogonium, Vaucheria) und bei Farnen beobachtet. Bei den Saprolegnieen wird der Plasmainhalt des männlichen Organes zwischen die Eizellen des weiblichen entleert, so dass eine Vermischung beider stattfinden kann, und in den Fällen, wo eine der beiden Geschlechtszellen von einer geschlossen bleibenden Membran umgeben ist, darf gewiss auf eine Wechselwirkung auf diosmotischem Wege geschlossen werden.

Bei den meisten Pflanzen veranlasst die Befruchtung nicht allein die Entwickelung des Embryo aus der Eizelle; sie ruft auch am weiblichen Organe weitere Veränderungen hervor, die ohne sie gewöhnlich nicht eintreten, wie die Bildung der Frucht und des Samens bei den Phanerogamen u. s. w.

274. Nur in wenigen Fällen wird eine Weiterentwickelung der Eizellen beobachtet, auch ohne dass eine Befruchtung eingetreten wäre: Parthenogenesis. Die einzig sicheren derartigen Beispiele sind nur bei Kryptogamen und zwar bei Chara crinita und Saprolegnieen bekannt. Der Mangel der Befruchtung beruht hier auf völliger Unterdrückung der männlichen Organe an der monöcischen Pflanze. Bei den Saprolegnieen tritt diese bei fortgesetzter Cultur unter allmäliger Verkleinerung der Pflanzen ein, und ihre

parthenogenetisch entwickelte Dauerspore keimt nach kürzerer Ruheperiode als die aus der befruchteten Eizelle hervorgegangene.

275. Die Erzeugung von Sporen und Geschlechtszellen ist zumal bei den höher organisirten Kryptogamen mit einem Generationswechsel verbunden: die gesammte Entwickelung sondert sich in zwei Abschnitte in der Weise, dass der eine mit der Entwickelung der Geschlechtsorgane schliesst, der zweite mit der Weiterentwickelung der befruchteten Eizelle beginnt und mit der Erzeugung von Sporen endet. Bei den Moosen geht aus der Spore ein meist fadenförmiges, aus verzweigten Zellenreihen bestehendes Gebilde, der Vorkeim, hervor, an welchem sich durch Knospenbildung das beblätterte Moospflänzchen entwickelt. Dieses producirt die als Archegonien und Antheridien bezeichneten Geschlechtsorgane. Die befruchtete Eizelle des Archegoniums aber erzeugt nun einen Embryo, das Sporogonium, in welchem wieder die den Vorkeim entwickelnden Sporen herangebildet werden.

Bei den Farnen entstehen die sporenerzeugenden Sporangien auf der beblätterten Pflanze, die Geschlechtsorgane auf dem blattartigen Vorkeime. Letzterer entspricht als Geschlechtsgeneration dem Vorkeime sammt der beblätterten Moospflanze, das entwickelte Farnkraut als geschlechtslose Generation dem Sporogonium der Moose.

Bei den höher entwickelten Gefässkryptogamen wird der Generationswechsel mehr und mehr verwischt, bis er bei den Phanerogamen sich schliesslich auf die Ausbildung eines eigenthümlichen Gewebes im Embryosacke der Samenknospe, des Endosperms, beschränkt.

Auch in der Gruppe der Thallophyten tritt oft ein Generationswechsel, zumal bei manchen Formen, mehr oder weniger scharf hervor.

IV. Abschnitt.

Die Gruppen des Pflanzenreiches und ihre natürlichen Familien.

276. Gestützt auf morphologische und die in den §§ 267—275 kurz erörterten Verhältnisse der Fortpflanzung, bringt man zur Zeit die gesammten Pflanzen in vier grosse Gruppen unter, die sich durch folgende Merkmale charakterisiren.

I. Gruppe. Thallophyta. Lagerpflanzen. Pflanzen ohne Gliederung in Axe und Blatt, ohne Wurzeln, ohne Fibrovasalstränge, zum Theil auch ohne Generationswechsel.

II. Gruppe. Muscineae. Moose. An einem aus der Spore sich entwickelnden Vorkeime oder direct aus der Spore entsteht die mit wenigen Ausnahmen in Axe und Blätter gegliederte, aber niemals Wurzeln und Fibrovasalstränge besitzende Pflanze, welche die Geschlechtsorgane trägt. Aus der be-

fruchteten Eizelle geht das die Sporen erzeugende Sporogonium hervor.

III. Gruppe. Cryptogamae vasculares. Gefässkryptogamen. Aus der Spore entsteht der die Geschlechtsorgane tragende Vorkeim (das Prothallium). Die befruchtete Eizelle entwickelt sich zu der mit Fibrovasalsträngen versehenen, in Stamm, Blätter und Wurzeln gegliederten, sporenerzeugenden Pflanze.

IV. Gruppe. Phanerogamae. Samenpflanzen. Die mit Fibrovasalsträngen versehene, in Wurzeln, Stamm und Blätter gegliederte Pflanze erzeugt aus der in der Blüthe entwickelten Samenkospe und deren Eizelle in Folge der Befruchtung den Samen, welcher einen mehr oder weniger entwickelten Embryo enthält, der sich bei der Keimung zur neuen Pflanze weiterbildet.

I. Gruppe.

Die Thallophyten.

277. Der Körper der Thallophyten ist ein Thallus, der bei den niedersten Formen der Protophyten mit der einzelnen Zelle identisch ist, bei etwas höher entwickelten Gliedern der Gruppe aus einer einfachen oder verzweigten Zellenreihe oder einer Zellenscheibe besteht, bei noch anderen Formen einen vielzelligen, oft mächtigen Gewebekörper bildet. Eine Sonderung in Wurzel, Stamm und Blatt im Sinne der höheren Pflanzen fehlt, doch tritt oft bei den vollkommeneren Thallophyten (Fucaceen, Florideen etc.) eine Gliederung des Thallus ein, welche der Wurzel, dem Stamm und den Blättern habituell gleichende Organe liefert. Bei den Caulerpen wird diese Differenzirung sogar von der einzelnen Zelle durchgeführt.

278. Die früher gebräuchliche Eintheilung der Thallophyten in Algen, Flechten und Pilze ist als unhaltbar in neuerer Zeit aufgegeben worden, da sich die Flechten als auf Algen schmarotzende Pilze erwiesen haben, für die Pilze aber nur der Mangel des Chlorophylls als einziges, völlig unzulängliches Unterscheidungsmerkmal gefunden werden konnte. Die Pilze sind daher Parasiten oder Saprophyten (§ 41). Sie vegetiren an der Oberfläche oder im Inneren ihres Substrates mit einem Mycelium, das in den selteneren Fällen aus einer verzweigten schlauchförmigen Zelle, meistens aus vielfach verzweigten Zellenreihen besteht, bei höheren Formen auch wohl aus solchen Zellenreihen zusammengesetzte bindfadenartige oder plattenförmige, verzweigte Stränge bildet. Wo das Mycelium in den Intercellularräumen oder an der Oberfläche einer Nährpflanze wuchert, werden gewöhnlich besondere, als Haustorien bezeichnete Aeste von demselben in die Zellen gesendet, um aus diesen die Nährstoffe aufzunehmen In anderen Fällen werden die Zellen selbst von dem Mycelium durchwachsen und dadurch zerstört.

279. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung fällt bei den niedersten Formen als oft einzige Fortpflanzungsweise mit der Zelltheilung zusammen. Bei einer grossen Anzahl von Algen, selten bei Pilzen, wird sie ferner durch Schwärmzellen (Schwärmsporen) vermittelt, welche einzeln oder zu

mehreren oder vielen aus dem Plasma einer vegetativen Zelle durch Verjüngung oder Theilung entstehen und durch eine in der Zellwand sich bildende Oeffnung ausschwärmen. Sie sind Primordialzellen von meistens birnenförmiger Gestalt, bei den Pilzen ganz farblos, bei den Algen mit Ausnahme des farblosen Vorderendes grün oder grünbraun (selten roth) gefärbt und häufig noch mit einem im vorderen Theile liegenden rothen Pigmentflecke, sowie mit einer oder zwei contractilen Vacuolen (§ 11) versehen. Die Bewegung der Schwärmzelle wird durch Plasmawimpern (§ 13) vermittelt, welche am Vorderende entweder einzeln (Euglena) oder zu zweien (die meisten Algen, z. B. Pandorina — Fig. 53 b, c), vieren (Ulva) oder zu vielen in einem Kranze (Oedogonium — Fig. 12 b) sitzen, bei anderen die ganze Oberfläche bedecken (Vaucheria). Bei der Bewegung rotirt die Schwärmzelle um ihre Axe. Die früher auf die Lichtwirkung bezogene Bewegung ganzer Schwärmzellenmassen in grösseren Wassergefässen hängt mit Wasserströmungen zusammen, die in Folge von Temperaturdifferenzen entstehen. Nach kurzer Zeit umgiebt sich die zur Ruhe kommende und abrundende Schwärmzelle mit einer Membran und keimt dann zur neuen Pflanze aus (Fig. 12 c auf S. 28).

Organe der ungeschlechtlichen Fortpflanzung sind ferner Brutzellen, welche bei den Algen seltener (Florideen), bei den Pilzen fast allgemein vorkommen und hier als Conidien bezeichnet werden. Letztere entstehen fast durchgängig durch Sprossung und Abschnürung an der Spitze von manchmal eigenthümlich gestalteten Myceliumästen (Fig. 75 a, b; 80 A) und wachsen nach kurzer Zeit zu einem neuen Mycelium aus (Fig. 62 b, c), oder erzeugen in selteneren Fällen aus ihren Plasmainhalte Schwärmzellen (Fig. 65 c).

280. Mannigfaltiger gestaltet sich der Vorgang der geschlechtlichen Fortpflanzung bei den Thallophyten und auf ihn stützt sich auch im Wesentlichen die Eintheilung derselben in vier Classen. Wie in anderen Gruppen, so ist aber auch hier das natürliche System ein sehr unvollkommenes, da die Entwickelungsgeschichte so vieler Formen noch unbekannt ist; es muss daher die ganze Anordnung der Familien als eine sehr provisorische betrachtet werden.

Die vier Classen charakterisiren sich folgendermaassen:

I. Classe. Protophyta Sexualorgane sind nicht vorhanden.

II. Classe. Zygosporeae. Die sexuelle Fortpflanzung geschieht durch Copulation (Conjugation) meist zweier (nur bei den Schleimpilzen zahlreicher) beweglicher oder unbeweglicher Zellen von gleichartiger Beschaffenheit. Das Product dieser geschlechtlichen Vereinigung ist die Zygospore, welche nach längerer Ruhe entweder Brutzellen oder Schwärmzellen entwickelt oder direct zur neuen Pflanze auswächst. Bei den Schleimpilzen wird durch die Conjugation das Plasmodium und aus diesem der Fruchtkörper mit Sporen erzeugt.

III. Classe. Oosporeae. Die beiden wesentlich verschiedenen Geschlechtszellen werden als Oogonium (weiblich) und Antheridium (männlich) bezeichnet. In dem Oogonium entstehen eine oder mehrere Eizellen, welche von den im Antheridium entwickelten frei beweglichen Spermatozoiden oder dadurch befruchtet werden, dass ein Fortsatz des Antheridiums in das Oogonium hineinwächst und hier entweder sich nur der Eizelle anlegt, oder seinen befruchtenden Plasmainhalt zwischen die Eizellen entleert. Das

befruchtete Ei erzeugt entweder Schwärmzellen oder direct eine neue Pflanze.

IV. Classe. Carposporeae. Durch die Wechselwirkung der beiden ungleichen Geschlechtsorgane entsteht aus dem weiblichen derselben ein mehr oder minder vollkommen ausgebildeter Fruchtkörper (Sporenfrucht — Sporocarpium), in dem oder an welchem die Sporen erzeugt werden.

Eine Anzahl von Ordnungen und Familien, von denen man die Befruchtung nicht kennt, oder bei der sie angezweifelt wird (höhere Pilze), muss vorläufig in dieses System da eingereiht werden, wo sonstige Verwandtschaftsverhältnisse annähernd den passendsten Platz bestimmen.

I. Classe. Protophyta.

281. Thallophyten von sehr einfachem Bau, aus einzeln oder in Familien lebenden Zellen oder Zellenreihen bestehend, bilden diese Classe. Die Zellhaut ist sehr häufig gallertartig und geschichtet, oft sogar in eine structurlose Gallerte aufgelöst. Der Zelleninhalt ist farbloses oder grün oder blaugrün gefärbtes Plasma. Die Vermehrung findet meistens durch Theilung der Zellen, seltener ausserdem durch Bildung von Schwärmzellen oder unbeweglichen Brutzellen, oder bei den höchstorganisirten Formen noch durch Entwickelung sporenartiger Zellen statt. Geschlechtliche Fortpflanzung ist unbekannt.

282. Die Protophyten leben im Wasser, oder an feuchten Orten, einige pseudoparasitisch in verschiedenen Pflanzen. Die chlorophylllosen Formen kommen auf der Oberfläche organischer Körper oder in Flüssigkeiten vor, welche organische Verbindungen gelöst enthalten, deren Zersetzung sie veranlassen. Die hierher gehörenden Familien lassen sich etwa folgendermaassen zusammenstellen.

I. Chlorophyllhaltige Formen (Algen).
  A. Plasma durch reines Chlorophyll grün gefärbt: **Chlorophyllophyceae.** Einzige Familie: Palmellaceae.
  B. Plasma durch das Zusammenvorkommen von reinem Chlorophyll und Phycocyan blaugrün gefärbt: **Cyanophyceae.**
    1. Zellen einzeln oder in verschieden gestalteten Familien lebend: Chroococcaceae.
    2. Zellen zu Fäden aneinander gereiht.
      a. Fäden perlschnurartig: Nostocaceae.
      b. Fäden peitschenförmig: Rivulariaceae.
      c. Fäden cylindrisch, einfach: Oscillariaceae.
      d. Fäden cylindrisch, verzweigt: Scytonemaceae.
II. Chlorophyllfreie Formen (Pilze).
  A. Vermehrung durch Theilung der Zellen: **Schizomycetes.** Familie: Bacteriaceae.
  B. Vermehrung durch Sprossung und Brutzellen: **Saccharomycetes.** Familie: Saccharomycetes.

I. Reihe. Chlorophyllhaltige Formen (Algen).

1. Ordnung. Chlorophyllophyceae.

283. Das Zellenplasma ist durch Chlorophyll rein grün gefärbt.

Familie 1. Palmellaceae. Die hierher gehörenden Formen sind stets einzellige Algen, welche entweder einzeln, oder in Familien beisammen leben. Ihre früher zahlreichen Gattungen sind zum Theil als Ruhezustände höherer Algen erkannt worden, so z. B. Pleurococcus (Fig. 51a—d) als eine Form der zu den Pandorineen gehörenden Chlamidomonas (§ 295); vielleicht dürften später noch mehr Mitglieder dasselbe Schicksal theilen. Andere Gattungen entsprechen in Form und Lebensweise Gattungen der Cyano-

phyceen (§ 284—288). So ist gewissermassen Gloeocystis eine chlorophyllhaltige Gloeocapsa; Dictyosphaerium ahmt die Gattung Coelosphaerium, Oocardium die Gattung Rivularia, Tetraspora die Gattung Nostoc nach. — Die Gattungen werden zum Theil nach den bei der Zelltheilung befolgten Richtungen des Raumes, ferner nach der Beschaffenheit der Membranen unterschieden. Bei einigen derselben (Gloeocystis, Apiocystis) kennt man Fortpflanzung durch Schwärmzellen. Cystococcus humicola ist eine der gewöhnlichsten Gonidienformen im Thallus der Laub- und Krustenflechten.

2. Ordnung. Cyanophyceae.

284. Sämmtliche hierher gehörenden Algen zeichnen sich durch das Vorkommen eines blauen (seltener violetten oder purpurrothen), in Wasser löslichen und carminroth fluorescirenden, in Alkohol und Aether unlöslichen Farbstoffes (Phycocyan, Phycochrom) im Plasma aus, der mit dem Chlorophyll zusammen letzterem eine meist spangrüne, blaugrüne oder bräunlichgrüne Färbung ertheilt, und der aus seiner Lösung durch Alkohol, Säuren und Metallsalze als blaue, durch Kali und Ammoniak als farblose Gallerte gefällt wird.

285. (Fam. 2.) Chroococcaceae. Einzeln oder in Familien im Wasser und an feuchten Orten lebende einzellige Algen, deren Gallert-Membranen entweder geschichtet oder zu structurlosen Schleimlagern zusammengeflossen sind.

Chroococcus: Zellen kugelig, mit dünner Membran, sich nach allen drei Richtungen des Raumes theilend, einzeln oder in kleine kugelige oder würfelförmige Familien vereinigt. — Gloeocapsa: wie vorige Gattung, aber die Familien mit dicken, wiederholt in einander geschachtelten Gallertmembranen (Fig. 51 e—h). Man kennt sporenartige, mit warziger oder stacheliger Membran umgebene Fortpflanzungszellen, die durch Theilung eine neue Colonie erzeugen. — Aphanocapsa: eine Gloeocapsa mit zu structurloser Gallerte zusammenfliessenden Membranen. — Coelosphaerium: in einer kugeligen Gallertmasse liegen die sich nur nach zwei Richtungen theilenden Zellen zu einer hohlkugeligen Familie vereinigt. deren einzelne Zellen durch vom Mittelpunkte der Colonie ausstrahlende, wiederholt gabelig verzweigte, dichtere Gallertstränge verbunden sind. — Merismopedia: die sich übers Kreuz theilenden kugeligen Zellen bilden in einer structurlosen Gallertmasse tafelförmige Familien. — Gloeothece: cylindrische Zellen sich nur in einer Richtung theilend, sonst wie Gloeocapsa.

Chroococcus und Gloeocapsa kommen als Gonidien namentlich bei manchen Gallertflechten vor.

Fig. 51.



286. (Fam. 3.) Nostocaceae. In einer im Wasser schwimmenden oder auf feuchter Erde lebenden, verschieden gestalteten, meistens structurlosen Gallerthülle liegen (vielfach gewundene) Fäden aus kleinen, kugeligen, perlschnurartig aneinander gereihten Zellen,

Fig. 51. a—d. Die früher als Pleurococcus beschriebenen Ruhezustände von Chlamydomason in verschiedenen Zuständen der Theilung. e—h. Eine Gloeocapsa in verschiedenen Stadien der Theilung. i. Stück vom Umfange einer Nostoccolonie. — k. Rivularia. — e. Stück einer Oscillaria. — Vergr. 240.

zwischen denen sich in gewissen Abständen etwas grössere Zellen mit dickerer Membran und gewöhnlich gelblichem Inhalte (Grenzzellen, Heterocysten) finden. Die Vermehrung der Zellen findet durch Theilung senkrecht zur Längsaxe des Fadens statt. Die Grenzzellen entstehen aus gewöhnlichen Zellen durch stärkeres Wachsthum, theilen sich aber nicht. Andere vegetative Zellen gestalten sich zu dickwandigen, warzigen, mit Oeltröpfchen im Inhalte versehenen Sporen um, die nach erfolgtem Austrocknen durch Austritt des Inhaltes durch die reissende Membran und durch wiederholte Theilung desselben einen neuen Faden bilden, dessen Gallerthülle aus den quellenden Zellmembranen hervorgeht.

Die Gattung Nostoc (Fig. 51 i) vermehrt sich ausser durch Sporen noch dadurch, dass aus der sich verflüssigenden Gallertmasse die zwischen den Grenzzellen liegenden Fadenstücke in Folge schlängelnder Bewegung herauskriechen, so dass nur die Grenzzellen zurückbleiben. Die Zellen jedes Fadens strecken sich dann in die Breite, theilen sich wiederholt parallel der Längsaxe und die entstandenen Fäden legen sich mit ihren Enden zu einem einzigen gewundenen, nun die Gallerthülle ausscheidenden Faden an einander, in welchem dann einzelne Zellen zu Grenzzellen werden. Nostoc-Colonien trifft man häufig pseudoparasitisch in Intercellularräumen und Hohlräumen des Gewebes anderer Pflanzen (Wurzeln von Cycas, Stamm von Gunnera; im Gewebe von Laub- und Lebermoosen sind sie oft als Brutknospen derselben beschrieben worden). Nostoc liefert ferner die Gonidien für eine grosse Anzahl von Gallertflechten, für Pannaria, Peltigera canina etc. — Andere Gattungen sind Cylindrospermum, Anabaena u. s. w.

287. (Fam. 4.) Oscillariaceae. Cylindrische, unverzweigte Fäden, welche in hinter einanderliegende scheibenförmige Zellen getheilt sind, deren Querscheidewände häufig zu fehlen scheinen (Fig. 51 l). Die in Form einer sehr steilen Schraube gewundenen Fäden zeigen langsame Bewegung und liegen oft einzeln in zarten Gallertscheiden oder zu vielen in Gallerthäuten.

Bewohner des Wassers oder feuchter Orte. Gattungen sind Oscillaria, Phormidium, Beggiatoa (mit farblosem Plasma, auf verwesenden Pflanzentheilen im Wasser lebend).

288. (Fam. 5.) Rivulariaceae. In einer im Wasser frei schwimmenden oder angewachsenen, bis nussgrossen Gallertmasse liegen radienartig geordnete, peitschenförmige, gegliederte Fäden, deren Basis von einer Grenzzelle (Basilarzelle) eingenommen wird, deren Endzellen sich allmälig verlängern und haarartig verschmälern (Fig. 51 k). Die Fäden verlängern sich durch Quertheilung ihrer Zellen und vermehren sich dadurch, dass eine untere Gliederzelle zur neuen Grenzzelle wird und das unter dieser gelegene Fadenstück sich durch Theilung und Verschmälerung seiner Endzellen zu einem vollständigen Faden gestaltet, der sich neben dem Schwesterfaden hinausschiebt.

Die Ueberwinterung geschieht durch Sporen. Die der Grenzzelle zunächst liegende Gliederzelle jedes Fadens wächst zu einer cylindrischen, derbwandigen Zelle (dem Manubrium) aus, welche 10—14 mal so lang als breit ist, von einer Gallertscheide umgeben wird und so die allein während des Winters übrig bleibende Spore darstellt. In dieser theilt sich im nächsten Frühjahre der Inhalt in zunächst 4—8 cylindrische, einen Faden bildende Zellen, die sich weiter durch Zweitheilung vermehren, sich dann abrunden und dabei den Faden um so dünner und länger werden lassen, je mehr sie sich theilen. Gleichzeitig wird die Manubriummembran gestreckt, endlich ein oberes kappenförmiges Stück derselben abgestossen, der junge, aus 120—150 Zellen bestehende Keimfaden kriecht heraus und seine beiden Enden spitzen sich haarförmig zu. Dann zerfällt er in 5—7 Stücke, von denen jedes sich durch Verschmälerung seines einen Endes und Bildung der Grenzzelle am anderen Ende in einen Rivulariafaden umgestaltet und so mit den übrigen die erste kleine, bereits mit einer Gallerthülle sich umgebende Colonie bildet.

Rivularien bilden die Gonidien der Flechtengattung Lichina.

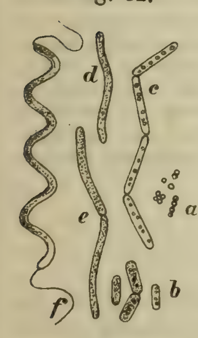
289. (Fam. 6.) Scytonemaceae. Gegliederte und verzweigte, in dicke Gallertscheiden eingeschlossene Fäden, die bei einzelnen Gattungen (Sirosiphon) in den älteren Theilen aus mehreren neben einander gelegenen Zellenreihen bestehen.

Die geschichteten Gallertscheiden sind bei manchen Gattungen von sehr eigenthümlicher Gestalt. Bei Scytonema bilden sie am fortwachsenden Zweigende langgezogene, bei Arthrosiphon sehr kurze, in einander geschachtelte Trichter; bei Schizothrix sind sie von der Mündung aus in fadenförmige Fetzen zerschlitzt. Sirosiphon stellt gewissermaassen in einer verzweigten Gallertscheide liegende Colonien von Gloeocapsa dar. — Manche Gattungen bilden Flechtengonidien, so Sirosiphon die von Ephebe und Spilonema, Scytonema die von Heppia- und Pannaria-Arten u. s. w.

II. Reihe. Chlorophyllfreie Formen (Pilze).

3. Ordnung. Schizomycetes.

Fig. 52.



290. Aeusserst kleine, sich nur durch Zelltheilung vermehrende, einzellige Protophyten, die entweder einzeln leben und dann gewöhnlich eine lebhafte Bewegung zeigen, oder welche colonienweise in Gallertmassen eingebettet liegen (Zoogloea-Formen), die durch Quellung der Membranen entstehen und gewöhnlich schon mit blossem Auge als schleimige Flocken oder Tropfen erkennbar sind. Sie bewohnen Flüssigkeiten oder fäulnissfähige organische Stoffe, in denen sie Zersetzungen und damit Gährung oder Fäulniss bewirken.

291. (Fam. 7.) Bacteriaceae. Die Zellen theilen sich nur nach einer Richtung.

Man unterscheidet folgende Gattungen:

1. Zellen kugelig: Sphaerobacteria oder Kugelbacterien. Gattung: Micrococcus (Fig. 52a).
2. Zellen kurz-cylindrisch: Microbacteria oder Stäbchenbacterien. Gattung: Bacterium (Fig. 52b).
3. Zellen fadenförmig: Desmobacteria oder Fadenbacterien.
   a. Fäden gerade: Bacillus (Fig. 52c).
   b. Fäden wellig gebogen: Vibrio (Fig. 52 d, e).
4. Zellen schraubig gewunden: Spirobacteria oder Schraubenbacterien.
   a. Mit flexiler und langer, eng gewundener Schraube: Spirochaete.
   b. Mit starrer, kürzerer und weitläufigerer Schraube: Spirillum (Fig. 52 f).

Manche Arten der Gattung Micrococcus erzeugen in ihrem Plasma rothe, blaue, violette, grüne oder gelbe Farbstoffe, die im Wasser löslich oder unlöslich sind (M. prodigiosus als Urheber „blutender Kartoffeln, Hostien" etc.), andere erregen Gährung (M. ureae, Harnferment), noch andere werden (vielfach wohl mit Unrecht) als Ursache gewisser Krankheiten (Diphtheritis, Pocken etc.) angesehen. Bacterium Termo ist das wichtigste Ferment der Fäulniss; andere Arten der Gattung erzeugen auch Farbstoffe („gelbe und blaue Milch"). Bacillus Anthracis erzeugt den Milzbrand. Spirillum volutans, die grösste Form, besitzt an jedem Ende der Zelle eine lange bewegliche Wimper. — Sarcina ist ein im Magen verschiedener Thiere lebender Schizomycet, der sich durch übers Kreuz erfolgende Theilung seiner Zellen vermehrt.

Fig. 52. a Micrococcus prodigiosus — b Bacterium Lineola, einfach und getheilt. — c Bacillus Ulna, ein aus vier Zellen gebildeter Faden. — d und e Vibrio Rugula, einfach und in Theilung. — f Spirillum volutans. — Nach Cohn. Vergr. 650.

4. Ordnung. Saccharomycetes.

292. (Fam. 8.) Saccharomycetes (Hefepilze). Eiförmige oder spindelförmige, mit zarter Membran und von Vacuolen und Fetttröpfchen durchsetztem Plasma versehene Zellen, welche sich durch Sprossung (§ 56, Fig. 12 f und g auf S. 28) vermehren und oft Sprosscolonien bilden, wenn die wiederholt sprossenden Tochterzellen noch eine Zeit lang mit den Mutterzellen in Verbindung bleiben. Eine weitere Fortpflanzung findet dadurch statt, dass sich durch Theilung des Plasmas gewöhnlich 2—4 rundliche, in der Mutterzelle liegen bleibende Brutzellen bilden, welche sich mit dergerer Membran umgeben, längere Zeit lebensfähig bleiben, als die Sprosszellen und durch Sprossung wieder neue Generationen erzeugen.

Die Arten der Gattung Saccharomyces erregen in zuckerhaltigen Flüssigkeiten Gährung, indem sie den Zucker in Alkohol und Kohlensäure spalten. Die Gährung tritt in voller Stärke erst mit dem Aufhören des Wachsthums der Hefe ein, und während derselben erhält letztere allmälig ein eigenthümliches Aussehen, indem die Membran der Hefezellen dicker wird, die Vacuolen und Körnchen im Inhalte verschwinden und dieser starke Lichtbrechung zeigt. Die Hefe gährt sich dabei langsam zu Tode, wenn der Zuckergehalt ihrer Nährflüssigkeit weiter reicht, als ihre Lebenskraft. Im anderen Falle vermag sie in frischer Nährflüssigkeit, in der sie sich zunächst wieder lebhaft vermehrt, neue Gährung zu erregen.

Saccharomyces cerevisiae ist der Alkoholfermentpilz der Bier- und Branntweinhefe; S. ellipsoideus, conglomeratus u. a. rufen die Gährung des Mostes hervor, in den sie mit den Trauben gelangen, auf deren Beeren sie leben. S. Mycoderma (Mycoderma vini) bildet die sogenannte Kahmhaut auf Wein und Bier; seine Zellen sollen in gegliederte Mycelien auswachsen können.

II. Classe. Zygosporeae.

293. Die in diese Classe gehörenden Formen bestehen nur in der Minderzahl der Fälle aus Zellenreihen. Meistens sind sie einzellig und die sehr mannigfaltig geformten Zellen leben frei oder zu Familien (Coenobien) verbunden. Eine ungeschlechtliche Vermehrung findet durch Theilung, bei vielen auch durch Bildung von Schwärmzellen und ruhenden Brutzellen statt. Die sexuelle Fortpflanzung geschieht durch Conjugation beweglicher oder ruhender Zellen, welche im Wesentlichen keinen Unterschied als männliche oder weibliche erkennen lassen. Das Product der Befruchtung ist die Zygospore, welche nach längerer Zeit der Ruhe entweder Schwärmzellen erzeugt oder direct zur neuen Pflanze auswächst. Manche Formen (namentlich die Zygomyceten) lassen bereits einen (freilich abgekürzten) Generationswechsel hervortreten. Bei den Myxomyceten wird durch die Copulation das später den Fruchtkörper erzeugende Plasmodium gebildet. (§ 54).

294. Die Zygosporeen leben theils als chlorophyllhaltige Formen im Wasser oder an feuchten Orten, theils als chlorophyllfreie Saprophyten auf in Zersetzung befindlichen organischen Substanzen (Myxomyceten, Zygomyceten). Ihre Familien unterscheiden sich durch folgende Charaktere.

I. Copulation durch bewegliche Zellen ausgeführt.
  A. Chlorophyllhaltige Formen: **Zoosporeae.**
    1. Die Zellen leben einzeln oder sind durch Gallerthüllen zu kugeligen oder tafelförmigen Familien vereinigt: Pandorineae.
    2. Zellen zu hohlen Netzen oder zu Scheiben verbunden: Hydrodictyeae.
  B. Chlorophyllfreie Formen: **Myxomycetes.**
II. Copulation durch unbewegliche Zellen ausgeführt.
  A. Chlorophyllhaltige Formen: **Conjugatae.**

1. Mehrzellige Algen.
   a. Copulationsraum nicht abgegrenzt: Zygnemaceae.
   b. Der die Zygospore aufnehmende Copulationsraum wird durch Querwände von dem leer bleibenden Theile abgegrenzt: Mesocarpeae.
2. Einzellige Algen.
   a. Plasma durch Chlorophyll rein grün gefärbt: Desmidiaceae.
   b. Plasma durch gleichzeitiges Vorkommen eines braunen Farbstoffes braun gefärbt: Bacillariaceae.

B. Chlorophyllfreie Formen: **Zygomycetes.** Familie: Mucorineae.

I. Reihe. Copulation durch bewegliche Zellen.

5. Ordnung. Zoosporeae.

Das Protoplasma ist durch Chlorophyll grün gefärbt (Algen).

295. (Fam. 9.) Pandorineae. Als Repräsentant mag die Gattung Pandorina (P. Morum in stehenden Gewässern) dienen, deren kugelige Colonieen (Fig. 53 a) in einer dünnen Gallertblase 16 keilförmige, mit ihren spitzen Enden im Mittelpunkte zusammensteckende Zellen einschliessen. Jede Zelle besitzt an ihrem breiteren farblosen Vorderende, in dessen Nähe ein rother Pigmentfleck sichtbar ist, zwei lange Wimpern, die durch feine Oeffnungen der Gallerthülle nach aussen ragen und die ganze Familie in rotirende Bewegung setzen. Die Vermehrung geschieht zunächst dadurch, dass die Zellen einer Colonie ihre Wimpern einziehen, sich abrunden und durch wiederholte Zweitheilung in 16 kleine Zellen zerfallen, die ihrerseits sich mit einer gemeinsamen Gallerthülle umgeben, Wimpern entwickeln und dann als Tochtercolonie schwärmend die erweichende Hülle der Mutterfamilie mit ihren 15 Schwestercolonien verlassen. Bei der später erfolgenden geschlechtlichen Fortpflanzung zerfallen die 16 Zellen in gleicher Weise, jede der 16×16 Zellen verlässt aber als Schwärmzelle (Fig. 53 b, c) die Mutterfamilie und je zwei Schwärmzellen vereinigen sich, indem sie sich mit den farblosen Vorderenden berühren (Fig. 53 d) und sodann verschmelzen (Fig. 53 e) zu einer Zygospore, die alsbald die vier Wimpern verliert, sich mit einer derben Membran umhüllt und ihren Inhalt roth färbt (Fig. 53 f). Die Zygospore wächst langsam, trocknet später mit den Gewässern ein, und entwickelt, wieder unter Wasser gelangend, nach 24 Stunden aus ihrem Plasma eine grosse rothe Schwärmzelle, die in einer blasenförmig quellenden inneren Hautschicht der Zygospore zur platzenden äusseren Membranlamelle heraustritt und durch Theilung eine junge Colonie erzeugt.

Fig. 53.

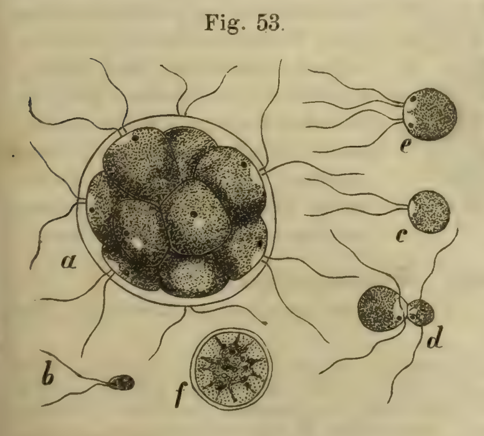
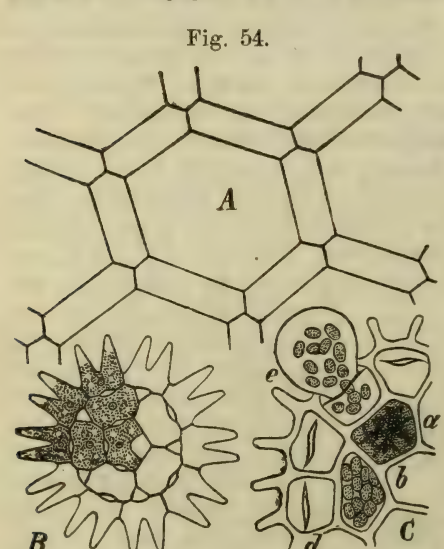


Fig. 53. Pandorina Morum. Vergr. 500. — a Schwärmende Familie. b und c Schwärmzellen. d Zwei in Paarung begriffene Schwärmzellen. e Schwärmzellen nach vollendeter Paarung. f Zygospore.

Die hierher gehörende Gattung Chlamydomonas zeigt vereinzelt lebende Zellen, die sich bei der geschlechtlichen Fortpflanzung in 8 mit je vier Wimpern versehene Schwärmer theilen, welche sich wie bei Pandorina paaren und aus deren Zygosporen an feuchten Orten ruhende, sich nach drei Richtungen wiederholt theilende Zellen (Fig. 51 a—d) hervorgehen, die früher als Pleurococcus beschrieben wurden (§ 283) und zu einem Theile die grünen Anflüge an Bäumen, alten Bretterwänden etc. bilden. Derartige Pleurococcus-Zellen liefern die Gonidien vieler Laub- und Krustenflechten.

296. (Fam. 10.) Hydrodictyeae. Die einzelligen Mitglieder dieser Familie bilden verschieden gestaltete Coenobien, bei Pediastrum volle oder durchbrochene Scheiben (Fig. 54 B, C), bei Hydrodictyon hohle, cylindrische oft mehrere Centimeter lange Netze. Sie vermehren sich durch Schwärmzellen, die bei Pediastrum bis zu 64, bei Hydrodictyon (Wassernetz) zu 7000—20000 in einer Zelle gebildet werden. Bei Pediastrum treten diese Zellen zu einem Riss der Mutterzelle heraus, in die sackartig quellende innere Membranschicht derselben eingeschlossen (Fig. 54 C, c) und gruppiren sich innerhalb dieser Hülle zu einer neuen Scheibe, die durch Lösung der Hülle frei wird. Die Schwärmer von Hydrodictyon bleiben in der Mutterzelle eingeschlossen und ordnen sich in dieser nach kurzer Zeit der Bewegung zu einem kleinen Netze, das durch Auflösung der Mutterzellhaut selbstständig wird und allmälig heranwächst. In anderen Zellen des Wassernetzes bilden sich dagegen aus dem Inhalte 30000—100000 kleinere mit 2 Cilien versehene Schwärmer, welche die Mutterzelle verlassen, sich im Wasser paaren und so zu kleinen grünen Kugeln werden, die monatelang langsam wachsen, ihre Membran dabei bedeutend verdicken und endlich aus ihrem Inhalte 2—5 Schwärmzellen bilden, die wie bei Pandorina austreten (§ 295). Aus jeder dieser grossen Schwärmzellen entwickelt sich eine grössere polyëdrische Zelle, deren Ecken zu hornartigen Fortsätzen auswachsen und deren wandständiges Plasma sich in 200—300 Portionen theilt, welche nach lebhafter Bewegung sich innerhalb eines wie bei Pediastrum austretenden Gallertsackes zu einem jungen Netze ordnen.

Fig. 54.



6. Ordnung. Myxomycetes.

297. Die Myxomyceten oder Schleimpilze bewohnen in Zersetzung be-

Fig. 54. A Hydrodictyon utriculatum: einige Zellen aus einem jungen Netze (Umrisszeichnung — Vergr. 240). — B Pediastrum Selenaea nach Naegeli (nur in einigen Zellen ist der Inhalt angegeben worden — Vergr. 300). — C Pediastrum granulatum. Stück vom Rande einer Scheibe: a Zelleninhalt in Theilung begriffen, b Tochterzellen bereits abgerundet, c dieselben während des Austretens aus der Mutterzelle, d leere Mutterzelle. Nach A. Braun — Vergr. 400.

griffene organische Substanzen (faulendes Laub und Holz etc.). Aus den kleinen Sporen ihrer Fruchtkörper kriecht bei der Keimung der Plasmainhalt durch einen in der Membran entstehenden Riss hervor und bewegt sich kriechend auf seinem Substrate oder in Lücken desselben in Form einer kleinen, die Gestalt stets wechselnden, sogenannten Myxamöbe (§ 13 — Fig. 55), welche die Form einer am spitzen Vorderende mit langer Wimper versehenen, schwimmenden Schwärmzelle annimmt, wenn sie in Wasser geräth. Diese Myxamöben wachsen in Folge der Aufnahme nährender Substanzen aus ihrem Substrate; sie vermehren sich, indem ihr Körper durch Einschnürung in zwei Hälften zerfällt; sie können sich bei Eintritt ungünstiger Lebensbedingungen zu Kugeln abrunden, mit einer membranartigen Hülle umgeben (encystiren) und diese später wieder verlassen. Schliesslich vereinigen sich nach und nach zahlreiche Myxamöben zu einer grösseren plattenförmigen, meist netzartig durchbrochenen oder strangartig aufgelösten Plasmamasse, dem Plasmodium, welches die kriechenden Bewegungen fortsetzt, in seinem Inneren strömende Bewegungen zeigt und bei manchen Arten bedeutende Dimensionen erreicht (Aethalium septicum, die Lohblüthe). Das Plasmodium kann ebenfalls Ruhezustände eingehen, indem es in grössere Stücke zerfällt, welche sich zu mit Membran umgebenen Kugeln umwandeln oder indem es sich in zahlreiche Portionen theilt, die zu einem sclerotiumartigen Körper (siehe die Schlauchpilze) eintrocknen, um, wie die erwähnten Kugeln, später wieder in den beweglichen Zustand überzugehen.

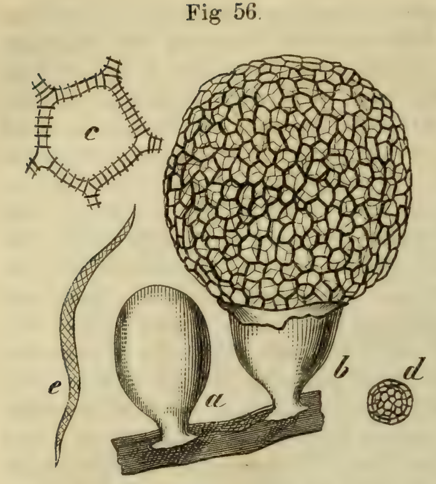
Fig. 55.



298. Aus dem Plasmodium entwickelt sich früher oder später ein Sporangium oder ein Fruchtkörper. Zunächst werden, nachdem das Plasmodium stets an die Oberfläche des Substrates gekrochen ist, alle Fortsätze desselben eingezogen, und es entstehen nun bei der gewöhnlichen Sporangienbildung so viele Plasmahöcker an der Oberfläche desselben, als Sporangien erzeugt werden. Ist das spätere Sporangium gestielt, so bildet sich zuerst der röhrige Stiel, indem eine hohlcylindrische Plasmamasse erhärtet. An dieser kriecht, während der Stiel am obern Ende sich stetig verlängert, das übrige Plasma empor, um sich am Ende des Stieles zu einer kugeligen, eiförmigen oder cylindrischen Masse zu formen (Fig. 56 a), die, von einer membranartigen Haut (Sporangiumwand) umhüllt, sich nun weiter differenzirt. Endweder zerfällt sie simultan in zahlreiche, sich mit einer Membran umhüllende Sporen; oder ein kleiner Theil des Plasmas formt sich zu isolirten oder netzartig verbundenen, verschieden gestalteten Röhren, dem Capillitium (Fig. 56 b, c, e), zwischen welchen der grösste Theil des Plasmas sich zu den Sporen gestaltet. Seltener bilden sich die Sporen an der Oberfläche des Sporangiums, oder ist letzteres ohne Hülle. Nach vollendeter Entwickelung öffnet sich die Hülle des Sporangiums in verschiedener Weise (Fig. 56 b), um die Sporen zu entlassen, deren Ausstreuung bei Anwesenheit eines Capillitiums gewöhnlich noch durch die Hygroscopicität desselben

Fig. 55. Junge Myxamöben von Dictyostelium mucoroides (Vergr. 200) am Tage nach der Keimung der Sporen. Nach Brefeld.

Fig 56.



gefördert wird. Bei manchen anderen Myxomyceten vereinigen sich mehrere Plasmodien zu grösseren kuchenförmigen oder polsterförmigen Fruchtkörpern (Aethalium).

299. Die häufig zu den Thieren (als Mycetozoën) gerechneten Schleimpilze zerfallen in eine ziemliche Anzahl von Familien mit zahlreichen Gattungen. Am bekanntesten unter letzteren sind: Aethalium: in und auf Gerberlohe, faulem Holz u. s. w. mit seinen grossen schwefelgelben Plasmodien die „Lohblüthe" bildend; Fruchtkörper polsterartig bis halbkugelig. — Lycogala: haselnussgrosse, kleinen Bovisten ähnliche Fruchtkörper zwischen Moos an Baumstümpfen. — Stemonitis: mit cylindrischem, von einer Columella (der Fortsetzung des Stieles) durchzogenem Sporangium und netzartigem, an der Columella befestigtem Capillitium. — Arcyria: Sporangium sich becherförmig öffnend, mit netzförmigem Capillitium, dessen Oberfläche ring-, warzen- oder netzförmige Verdickungen besitzt (Fig. 56 a—d). — Hemitrichia: wie Arcyria, aber das Capillitium mit Spiralfasern in den Röhren. — Trichia: Capillitium aus isolirten, mit Spiralfasern versehenen, spindelförmigen Röhren gebildet (Fig. 56 e).

II. Reihe. Copulation durch unbewegliche Zellen.

7. Ordnung. Conjugatae.

300. Die als Conjugaten vereinigten Formen sind sämmtlich chlorophyllführend, also Mitglieder der früheren Classe der Algen. Sie sind entweder einzellig und leben dann bald frei, bald in verschieden gestalteten Familien; oder sie stellen unverzweigte, aus cylindrischen Zellen bestehende Fäden dar. Die vegetative Vermehrung der einzelligen Formen geschieht durch Zelltheilung, die der Zellenfäden häufig durch Zerfallen des Fadens in Stücke. Schwärmsporen sind nicht bekannt. Die von je zwei gewöhnlichen vegetativen Zellen ausgeführte Copulation liefert stets eine (bei manchen Bacillariaceen auch zwei) von den vegetativen Zellen durch ihre Form wesentlich verschiedene Zygospore (Auxospore bei den Bacillarieen).

301. (Fam. 11.) Zygnemaceae. Aus cylindrischen Zellen gebildete, unverzweigte Fäden, deren Chlorophyllkörper zu geraden oder spiraligen Bändern (Spirogyra) oder paarigen Sternen (Zygnema) geformt sind. Meistens copuliren zahlreiche Zellen zweier conjugirender Fäden in der im § 54 dargestellten und in Fig. 11 abgebildeten Weise, so dass sie dann wie eine Leiter aussehen. Seltener copuliren zwei Nachbarzellen eines Fadens gemeinsam mit einer dritten Zelle des andern Fadens. Die Membran der Zygospore differenzirt sich in eine äussere, dicke, farblose, eine mittlere braune und eine innere farblose und zartere Lamelle. Letztere

Fig. 56. a—d. Arcyria incarnata: a geschlossener und b geöffneter Fruchtkörper mit dem ausgedehnten Capillitiumnetze (Vergr. ca. 20); c eine Masche des Capillitiumnetzes (Vergr. ca. 200); d Spore (Vergr. 400). — e Capillitiumfaser von Trichia clavata (Vergr. ca. 200).

Fig. 57.



durchbricht nach einer winterlichen Ruheperiode bei der Keimung die mittlere und äussere Sporenhaut (Fig 57) und wächst zu einem anfänglich keulenförmigen Schlauche aus, in welchem sich der während der Ruhezeit gleichförmige Inhalt in ein farbloses und grüngefärbtes Plasma, letzteres von der für die Gattung charakteristischen Anordnung, sondert (Fig. 57). Die Theilung der einzelligen, zum vielzelligen Faden auswachsenden Keimpflanze erfolgt in der im § 57 angedeuteten Weise.

302. (Fam. 12.) Mesocarpeae. Diese gleichen habituell den Zygnemaceen, sind aber durch die einzige Chlorophyllplatte in der Längsaxe der Zelle, sowie durch die Art der Conjugation verschieden. Letztere erfolgt entweder wie bei der vorigen Familie, aber das Plasma beider Zellen vereinigt sich zur Zygospore in dem weiten Copulationscanale, der dann rechts und links durch eine Membran abgeschlossen wird. Oder die copulirenden Zellen vereinigen sich durch knieförmige Biegung; nach der Vereinigung wird die Wand im Knie gelöst, das Plasma beider Zellen bildet im Knie die Zygospore und der von dieser eingenommene Raum wird durch vier Wände, je zwei in einer Zelle, abgesperrt. — Gatt. Mesocarpus, Pleurocarpus, Craterospermum etc.

303. (Fam. 13.) Desmidiaceae. Frei lebende, selten zu Fäden verbundene oder von Gallertmassen eingehüllte, einzellige Algen von sehr mannigfaltiger, zierlicher Form. Die Zellen sind symmetrisch, meistens durch eine tiefe Furche in zwei gleiche Hälften getheilt (Fig. 58), diese entweder glatt, oder mit Warzen, Höckern und stachelförmigen Fortsätzen versehen, oder wieder in verschiedener Weise gelappt. Der Chlorophyll-

Fig. 58.

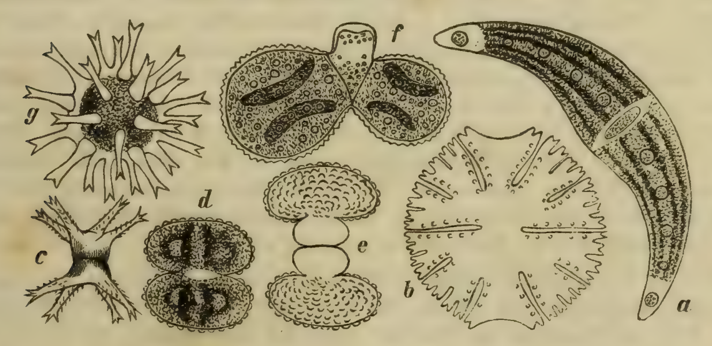


Fig. 57. Keimende Zygospore von Spirogyra jugalis. Nach Pringsheim.

Fig. 58. Desmidiaceen. — a Closterium moniliferum (Vergr. 200). — b Micrasterias papillifera (Vergr. 200). — c Staurastrum paradoxum (Vergr. 300). — d Cosmarium margaritiferum, optischer Durchschnitt (Vergr. 300). e Dieselbe Art, in Theilung begriffen; Flächenansicht (Vergr. 300). — f Cosmarium Botrytis; eine zur Conjugation sich anschickende Zelle (Vergr. 390). — g Zygospore von Staurastrum spinosum (Vergr. 400). — Fig. f nach De Bary

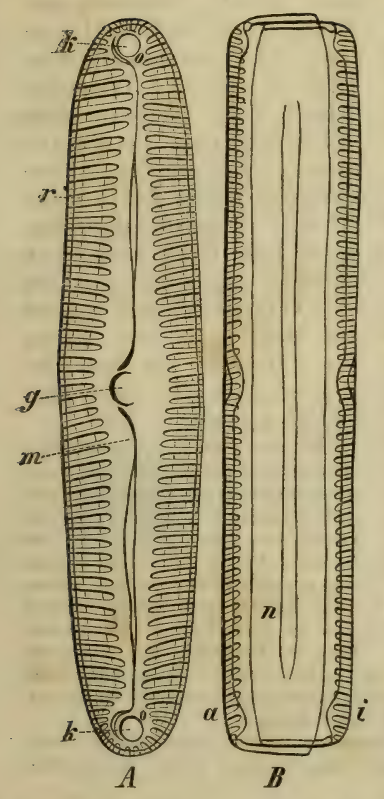
körper bildet häufig regelmässig strahlig geordnete Platten. Die vegetative Vermehrung geschieht durch Theilung, bei welcher die äussere dickere Membranschicht sich durch einen in der Mitte der Zelle erfolgenden Kreisriss öffnet und an dieser Stelle eine Querwand entsteht; diese spaltet sich in zwei Lamellen, von denen jede zu einer neuen Zellenhälfte auswächst, mit der die beiden Tochterzellen anfänglich noch zusammenhängen (Fig. 58 e). Die Conjugation findet meistens ähnlich wie bei den Zygnemaceen statt. Zwei Zellen legen sich so neben einander, dass ihre Längsaxen sich kreuzen, wobei sie sich mit einer Gallerthülle umgeben. Bei jeder entwickelt eine Innenlamelle der Zellhaut, die sich durch einen Riss der Aussenhaut vorstülpt, den Copulationscanal (Fig. 58 f). Die sich verbindenden Copulationscanäle schwellen halbkugelig an, ihre trennende Wand wird gelöst und in die so gebildete Blase treten die Plasmakörper der conjugirenden Zellen, um sich zur kugeligen Zygospore zu vereinigen. Letztere verdickt ihre Haut (häufig unter Bildung von stachelartigen Fortsätzen — Fig. 58 g) und differenzirt dieselbe, wie bei den Zygnemaceen, in drei Schalen. Die Zygospore keimt entweder unmittelbar, oder ihr Inhalt theilt sich innerhalb der blasenförmig durch einen Riss der Aussenhäute austretenden Innenhaut in zwei oder vier Zellen, von denen jede zu einer vegetativen Zelle wird und sich nach Lösung der umhüllenden Blase durch Theilung vermehrt.

304. Häufigere Gattungen dieser Familie sind — a) mit glatter Zygospore: Closterium, Zelle sichelförmig (Fig. 58 a); Tetmemorus, Zelle schlank tonnenförmig, in der Mitte schwach eingeschnürt; Desmidium, Zellen drei- oder vierkantig, zu Bändern vereinigt. — b) mit warziger oder stacheliger Zygospore: Cosmarium, Zelle ellipsoidisch, in der Mitte tief eingeschnürt (Fig. 58 d, e); Micrasterias, Zelle flach, tief eingeschnürt, ihre Hälften in der verschiedensten Weise regelmässig strahlig gelappt (Fig. 58 b); Staurastrum, Zellen polyëdrisch, tief eingeschnürt, die Ecken gewöhnlich mit Stachelfortsätzen (Fig. 58 c).

305 (Fam. 14.) Bacillariaceae (Diatomaceae). Die frei lebenden, zu Fäden vereinigten oder zu vielen in Gallerthüllen liegenden, sehr verschieden gestalteten Zellen zeichnen sich durch äusserst mannigfaltige zierliche Sculptur ihrer Membranen aus, welche so viel Kieselerde eingelagert haben, dass sie nach Zerstörung der organischen Substanz ein alle Structureigenthümlichkeiten der Zellhaut zeigendes Kieselskelet hinterlassen. Ferner ist die Membran dadurch charakterisirt, dass sie aus zwei nicht organisch verbundenen Schalen besteht, die wie die Hälften einer Schachtel über einander geschoben sind (Fig. 59 B). Beide Schalen sind in Folge der eigenthümlich stattfindenden Zelltheilung ungleich alt.

Die in Figur 59 gezeichnete Pinnularia zeigt in A die sogenannte Schalen-(Haupt-)seite, um 90° um die Längsaxe gedreht die Gürtelbandseite (B). Auf der Schalenseite bemerkt man die sogenannte Mittellinie (m), welche einen Spalt in der Membran bilden soll, mit Mittel- und Endknoten (g—k), ferner die vertieften Riefen (r), welche noch eine Strecke auf die Gürtelbandseite übergreifen; letztere besitzt bei n die sogenannten Nebenlinien und zeigt in a die ältere äussere, in i die jüngere innere Membranschale. Die stark verkieselte Membran wächst nicht oder nur unmerklich. Der sich vergrössernde Plasmakörper schiebt daher die beiden Schalen so auseinander, dass sie kurz vor der Theilung sich nur eben mit den äussersten Rändern des Gürtelstückes berühren. Nun theilt sich der Plasmakörper

Fig. 59.

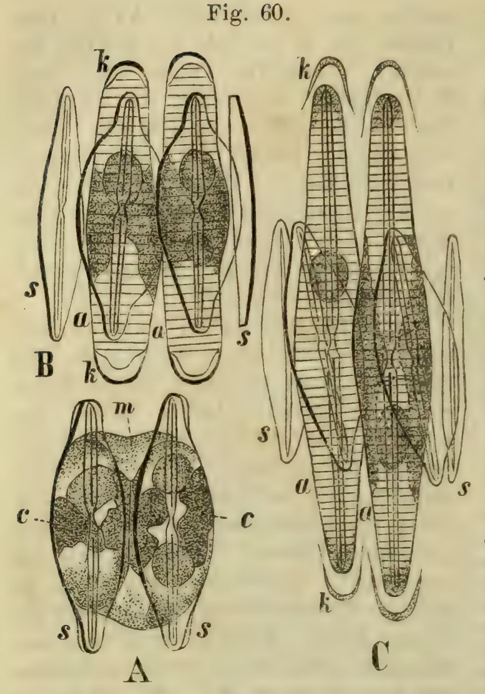


parallel der Schalenseite (A) in zwei Hälften, von denen jede nur auf der der anderen zugekehrten Seite eine neue Membranhälfte ausscheidet, die mit ihrem Gürtelbande in der bleibenden alten steckt, also kleiner ist, als letztere. Durch wiederholte Theilung werden daher die Generationen durchschnittlich stets kleiner, bis sie durch Bildung der Auxosporen wieder auf die normale Grösse zurückgeführt werden.

306. Die Bildung der Auxosporen findet in verschiedener Weise statt. Bei Frustulia legen sich zwei kleine Zellen mit ihren Gürtelbandseiten neben einander (Fig. 60 A), ihre einander zugekehrten Seiten klappen wie die Deckel eines Buches auf und lassen die sich etwas zusammenziehenden Plasmakörper austreten. Letztere umgeben sich mit einer zarten Gallerthülle (Fig. 60 A, m) und ihre Farbstoffplatten (c) verlieren die frühere Form. Beide Plasmakörper verschmelzen aber nicht, sondern berühren sich nur für kurze Zeit (Fig. 60 A), so dass die Befruchtung diosmotisch geschehen müsste, umgeben sich mit einer zarten Membran und wachsen dann zwischen den völlig auseinander klappenden leeren Schalen zu den Auxosporen heran. Diese strecken sich mehr und mehr (Fig. 60 B), ihre Membran erhält ringförmige Zeichnungen (Zonenkleid — Fig. 60 B, C), an ihren Enden wird ein quellendes kappenförmiges Membranstück abgestossen (Fig. 60 B, C: k) und endlich bildet ihr sich von der Wand zurückziehender Plasmainhalt nach einander um sich zwei in einander steckende, etwas gekrümmte Schalen, deren Zeichnung bereits durch die Auxosporenmembran durchscheint (Fig. 60 C). Die von der Auxosporenmembran befreiten, etwas abweichend gestalteten „Erstlingszellen" liefern erst durch die nächsten Theilungen die normale Zellenform. — Bei Cocconema findet keine Berührung der beiden zu den Auxosporen heranwachsenden Plasmakörper statt; die Erstlings-

---

Fig. 59. Pinnularia viridis Ehrbg Nach Pfitzer. — Vergr. 800. — A Schalenansicht: r Riefen, m Mittellinie, k Endknoten, g Mittelknoten — B Gürtelbandansicht: a äussere und i innere Schale, n Nebenlinien. Diese Zeichnung ist aus der Flächenansicht und derjenigen des optischen Durchschnittes combinirt; man sieht daher sowohl die Ränder der Schalen, die Nebenlinien und die Enden der Riefen, welche von der Schalenseite her übergreifen, als auch das Uebereinandergreifen der Gürtelbänder, deren Ansatz an die Schalen und die eingesenkten und verdickten Knoten der Mittellinie.



zellen sind aber schon von normaler Gestalt. Cocconeis entwickelt durch wirkliche Conjugation der Plasmakörper zweier Zellen eine einzige Auxospore; dasselbe findet bei Himantidium und Suriraya statt. Bei den Amphoreen vereinigen sich die Plasmamassen zweier Zellen durch je zwei Copulationsfortsätze, wobei jeder Plasmakörper sich zwischen denselben theilt; die zwei Auxosporen liegen dann mit den Mutterzellen über Kreuz. Die Auxospore der Melosiren u. a. wird nur von einer Mutterzelle gebildet.

307. Das Plasma der Diatomaceen enthält neben Chlorophyll noch einen dieses verdeckenden braungelben Farbstoff (Diatomin), der in Form von Platten oder Körnern auftritt. Bei manchen Formen zeigt das Plasma ferner strömende Bewegungen, bei anderen (Naviculaceen) gleitet die ganze Zelle im Wasser fort. Diese letztere Bewegung soll durch einen, durch den Spalt der Mittellinie (Fig. 59 A, m) austretenden, aber mikroskopisch nicht nachweisbaren Plasmafuss vermittelt werden, findet aber nach anderer Ansicht wahrscheinlicher in starken, durch die Zellwand gehenden Diffusionsströmungen ihre Erklärung.

Kieselskelete der Bacillariaceen bilden der Hauptsache nach die meisten der als Bergmehl, Kieselguhr, Tripel etc. bezeichneten Erdschichten (Ebstorf, Bilin, Franzensbad, Berlin etc.)

Die Unterfamilien lassen sich ordnen:

A. Farbstoff an Plasmaplatten gebunden.
  1. Auxosporen zu zweien entstehend.
    a. Schalen mit Knoten.
      α. asymmetrische Formen: Gomphonemeae, Cymbelleae, Amphoreae, Achnantheae, Cocconeideae.
      β. symmetrische Formen: Naviculeae, Amphipleureae etc.
    b. Schalen ohne Knoten: Nitzschieae.
  2. Auxosporen einzeln durch Copulation entstehend: Surirayeae, Synedreae, Eunotieae.
B. Farbstoff an Plasmakörner gebunden.
  1. Bilaterale Formen. Zwei Mutterzellen bei der Sporenbildung thätig: Fragilarieae, Meridieae, Tabellarieae etc.
  2. Centrische Formen. Nur eine Mutterzelle bei der Sporenbildung thätig: Biddulphieae, Coscinodisceae, Melosireae etc.

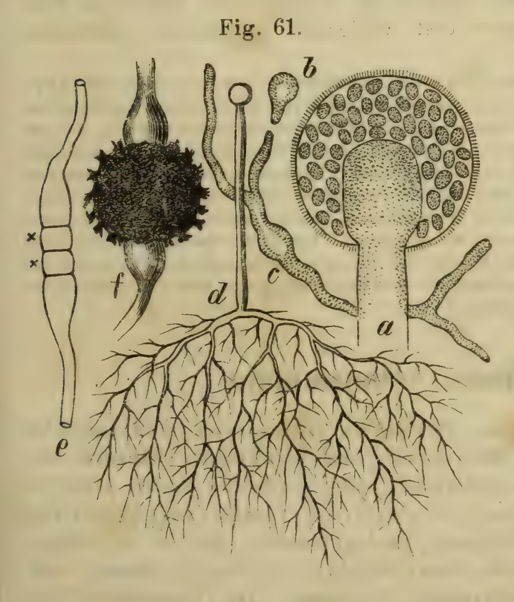
Fig. 60. Frustulia saxonica Rbh. in Conjugation. Nach Pfitzer. — Vergr. 1200. — A Berührung der beiden Mutterzellen der Auxosporen zwischen den geöffneten Schalen. — B Auxosporen, welche eben ihre Kappen abstossen, zwischen den vier leeren Schalen der conjugirenden Individuen. — C Auxosporen, welche schon die Schalen der neuen, sogenannten Erstlingszelle in sich entwickelt haben. — s Schalen der in Conjugation befindlichen Zellen. m Gallerthülle der sich berührenden Plasmamassen. c Farbstoffplatten. a Auxosporen und k deren Kappen. — In

8. Ordnung. Zygomycetes.

308. Die Zygomyceten sind saprophytische oder parasitische Pilze, deren „Sporen" und Conidien zu einem einzelligen, vielfach verzweigten Mycelium auswachsen (Fig. 61 b—d), welches häufig nur ungeschlechtliche Fortpflanzungsorgane entwickelt, unter günstigen Umständen aber Geschlechtsorgane in Form abweichend gestalteter Aeste erzeugt. Die wichtigste Familie ist die der

(Fam. 15.) Mucorineae, deren Mitglieder auf Mist, faulendem Brode, Früchten u. s. w. als eine der gemeinsten Schimmelformen auftreten. Bei ihnen erheben sich auf dem reich verzweigten Mycelium bis zu mehreren Centimetern hohe, fadenförmige Fruchtträger (Fig. 61 d), welche an ihrem Ende eine kugelige Anschwellung treiben und diese durch eine Querwand abgrenzen, welche blasig oder säulenförmig als Columella in das sogenannte „Sporangium" hinein wächst — Fig. 61 a). Auf der Oberfläche des letzteren bilden sich zahlreiche feine Nadeln von oxalsaurem Kalk, die wie ein Pelz dasselbe bedecken; auch die Membran ist reich mit Kalk incrustirt. Das Plasma des Sporangiums sondert sich zum Zwecke der Sporenbildung in eine körnige, die zahlreichen, mit dünner Membran sich umhüllenden Sporen bildende Masse und in eine körnchenfreie, die Sporen trennende Zwischensubstanz. Letztere ist sehr quellungsfähig; sie nimmt nach der Reife des Sporangiums viel Wasser auf, sprengt dadurch die Wand, deren organische Substanz schon vorher gelöst wird und zerstreut herausquellend die Sporen, welche nach kurzer Zeit wieder keimen. Eine andere ungeschlechtliche Fortpflanzung findet dadurch statt, dass sich die Aeste des Myceliums in zahlreiche derberwandige, tonnenförmig anschwellende Zellen (Gemmen) theilen, welche im Stande sind, längere Zeit zu ruhen,

Fig. 61.



Figur C wurde der Deutlichkeit wegen nur in der rechts liegenden Auxospore der gesammte Inhalt gezeichnet.

Fig. 61. Mucor Mucedo. a Sporangium im optischen Durchschnitt (Vergr. ca. 250). b und c Keimende Sporen (Vergr. 250). d Mycelium mit Sporangium, schwach vergrössert und etwas schematisirt. e Copulirende Myceläste, deren zur Zygospore werdenden Zellen * * bereits durch Scheidewand abgegliedert aber noch nicht durch Lösung der mittleren Wand verschmolzen sind (nach Brefeld — Vergr 80). f Reife Zygospore mit anhängenden Suspensoren (nach Brefeld — Vergr. ca. 100).

um dann zum Mycelium auszukeimen. Derartige Zellen zeigen in Flüssigkeiten oft hefeartige Sprossung (Mucorhefe). Die Mucorineen sind auch neben der Hefe die einzigen Pilze, die in zuckerhaltigen Flüssigkeiten Alkoholgährung erregen können, wenn sie in diesen untergetaucht vegetiren.

309. Die Geschlechtsorgane bilden sich in der Weise, dass zwei etwas keulig anschwellende Aeste des Myceliums mit ihren Scheiteln sich berühren, an diesen jeder durch Querwand eine Zelle abgliedern (Fig. 61 e * *) und dann durch Auflösung der trennenden Berührungswand diese beiden Zellen zu einer Zelle verschmelzen lassen, welche unter bedeutender Verdickung der Membran zur fast schwarz gefärbten, stacheligen Zygospore heranwächst (Fig. 61 f). Diese keimt nach längerer Ruhezeit, indem eine innere Membranschicht die äussere Schale sprengt und durch den Riss als ein kurzer Fruchtträger hervortritt, welcher an seinem Ende sofort ein Sporangium erzeugt, dessen Sporen erst wieder die gewöhnlichen Mycelien liefern.

310. An die Mucorineen schliessen sich die kleinen Familien der Piptocephalideen und Chaetocladiaceen, deren Arten parasitisch auf Mucor leben, indem das Mycelium der ersteren sehr feine fadenförmige Haustorien in das Mucormycelium hineinsendet, das der letzteren direct mit dem Mycelium seines Wirthes an der Berührungsstelle durch Auflösung eines Wandstückes verschmilzt. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung findet durch Conidien statt, die auf verästelten Conidienträgern an blasig angeschwollenen Zweigenden derselben einzeln (Chaetocladium) oder reihenweise (Piptocephalis) durch Sprossung und Abschnürung gebildet werden und wie die Sporen von Mucor keimen. Die geschlechtliche Fortpflanzung der Chaetocladiaceen verläuft wie bei Mucor; bei den Pitocephalideen entsteht jedoch die Zygospore als eine blasige Anschwellung auf der Spitze der gegen einander gekrümmten Copulationsäste nach deren Verschmelzung.

III. Classe. Oosporeae.

311. Die zu den Oosporeen vereinigten Thallophyten sind entweder einzellig und ihre Zelle stellt dann einen reich verzweigten Schlauch, wie bei den Mucorineen, dar (Coeloblasteae), oder zahlreiche Zellen leben in einem Coenobium (Coenobieae) — oder aber der Thallus besteht aus einfachen oder verzweigten Zellenreihen (Oedogoniaceae) oder bei den höchst entwickelten Formen aus einem Gewebekörper, der bereits stamm-, wurzel- und blattartige Glieder differenzirt (Fucaceae). Die ungeschlechtliche Fortpflanzung findet durch unbewegliche Brutzellen oder auch durch Schwärmzellen statt; bei einzelnen Abtheilungen fehlt sie. Die Geschlechtsorgane sind Oogonien und Antheridien, die nur in den seltensten Fällen in ihrer Form mit vegetativen Zellen zusammenfallen (Sphaeroplea). Das Oogonium ist gewöhnlich eine durch besondere Grösse und Form ausgezeichnete Zelle, deren Plasma sich unter Contraction entweder zu einem einzigen Ei umformt, oder durch Theilung in mehrere Eizellen zerfällt. Das Antheridium wächst entweder zum Oogonium hin und mit einem Fortsatz in dasselbe hinein, wenn es keine beweglichen Samenkörper erzeugt; oder es entwickelt (meist zahlreiche) Spermatozoiden, welche entleert werden und sich frei schwimmend zu dem in allen Fällen unbeweglichen Ei bewegen. Letzteres umhüllt sich nach der Befruchtung mit einer meist derben und geschichteten Membran und macht dann als Oospore gewöhnlich eine Ruheperiode durch, nach welcher sie entweder unmittelbar zum neuen Thallus auskeimt, oder aus ihrem Inhalte eine oder

mehrere Schwärmzellen entwickelt, die ihrerseits erst die neuen Pflanzen erzeugen. Es ist somit bei manchen Formen ein Generationswechsel vorhanden; die reife, Schwärmer erzeugende Oospore ist dann der Moosfrucht zu vergleichen.

312. Wie in den anderen Classen, so sind auch hier eine Reihe sonst sehr verschiedener Formen nur nach der Beschaffenheit der Geschlechtsorgane zusammengereiht. Von einzelnen Familien und Ordnungen, die sich in morphologischer Beziehung sonst am ersten hier einreihen lassen, sind aber Geschlechtsorgane zur Zeit unbekannt. Es gilt dies für die den Fucaceen verwandten Phaeosporeen, für die mit den Saprolegnieen und Peronosporeen verwandten Chytridiaceen und Entomophthoreen, wie für die vorläufig hier untergebrachten Confervaceen, Ulvaceen und Ustilagnieen.

Die hier zu betrachtenden Ordnungen lassen sich, so weit man bei ihnen Geschlechtsorgane kennt, etwa in folgender Weise gruppiren.

I. Einzellige, in Familien lebende Formen: **Coenobieae.** Familie: Volvocineae.

II. Einzellige oder mehrzellige, keine Coenobien bildende Formen.

A. Oogonien und Antheridien den vegetativen Zellen gleich: **Sphaeropleeae.** Fam. Sphaeropleaceae.

B. Geschlechtsorgane und vegetative Zellen verschieden.

1. Einzellige Formen: **Coeloblasteae.**

a. Chlorophyllhaltige Formen: Vaucheriaceae.

b. Chlorophyllfreie Formen.

α. Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Schwärmzellen; meistens Saprophyten: Saprolegnieae.

β. Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Conidien; Parasiten: Peronosporeae.

2. Mehrzellige Formen.

a. Die Befruchtung der Eizelle erfolgt innerhalb des Oogoniums.

α. Unverzweigte Zellenfäden; Oogonium ohne Hülle: **Oedogonieae.** Familie: Oedogoniaceae.

β. Thallus reich verzweigt; Oogonium mit schraubig gewundener Hülle: **Characeae.** Familie: Characeae.

b. Die Eizelle wird zum Zwecke der Befruchtung vom Oogonium ausgestossen: **Fucaceae.**

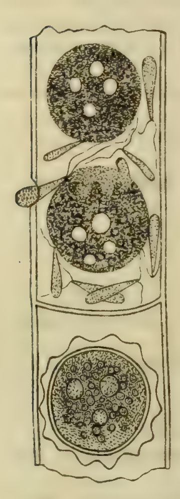
9. Ordnung. Coenobieae.

313. (Fam. 16.) Volvocineae. Bei der hierher gehörenden Gattung Volvox (V. Globator L. in stehenden Gewässern) liegen zahlreiche, mit zwei Wimpern versehene Zellen zu einer hohlkugeligen, von einer Gallertblase zusammengehaltenen Familie vereinigt, die sich rotirend im Wasser bewegt. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung findet durch 8 etwas grössere Zellen der Volvoxkugel statt, die sich durch wiederholte Zweitheilung zu eben so vielen jungen Tochterkugeln gestalten, welche die zu Grunde gehende Mutterfamilie verlassen. Die geschlechtliche Fortpflanzung wird durch Oogonien und Antheridien vermittelt, die sich gleichzeitig zahlreich in derselben Familie aus sterilen Zellen entwickeln. Jedes Oogonium enthält ein kugeliges Ei, jedes Antheridium bis zu 128 gelbliche, schlank- keulenförmige Spermatozoiden, deren langes farbloses, schnabelartiges Vorderende an seiner Basis zwei Wimpern besitzt und die im Antheridium parallel neben einander zu einer Scheibe geordnet liegen. Die Befruchtung der Eier erfolgt innerhalb der Volvoxkugeln und die befruchtete Eizelle umgiebt sich mit einer derben, höckerigen Membran. Die weitere Entwickelung der Oospore ist unbekannt. — Eine andere Gattung ist Eudorina, welche habituell an Pandorina (§ 295) erinnert.

10. Ordnung. Sphaeropleeae.

314. (Fam. 17.) Sphaeropleaceae. Der Thallus ist ein aus langen cylindrischen Zellen gebildeter unverzweigter Faden. Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung entwickeln sich in einer Anzahl der vegetativen Zellen durch simultane Theilung des vorher röthlichgelb gewordenen Plasmas zahlreiche, mit zwei Wimpern versehene Spermatozoiden, in anderen Zellen eine Anzahl kugeliger, grüner, durch eine farblose Stelle (Befruchtungsfleck) ausgezeichnete Eier. Antheridien wie Oogonien erhalten dann durch Lösung kleiner Wandstellen scharf umschriebene, kreisförmige Löcher, durch welche die Spermatozoiden aus- und zu den Oogonien eintreten (Fig. 62 obere Zelle). Die mit einer dicken warzigen Haut versehenen, ihren Inhalt roth färbenden Eisporen erzeugen durch Theilung des Plasmas bis zu 8 mit zwei Cilien versehene Schwärmzellen, von denen später jede zum neuen, anfänglich schlank spindelförmigen Faden auswächst. Sphaeroplea annulina findet sich auf überschwemmt gewesenen Aeckern.

Fig. 62.



11. Ordnung. Coeloblasteae.

Der Thallus ist ein einzelliger, vielfach verzweigter Schlauch, der erst zum Zwecke der Fortpflanzung die Geschlechtszellen oder ungeschlechtlichen Zellen durch Querwände abgliedert.

1. Chlorophyllführende Formen (Algen).

315. (Fam. 18.) Vaucheriaceae. Die Arten der einzigen Gattung Vaucheria leben im Wasser oder auf feuchter Erde in Rasen, die mit wurzelartigen, chlorophyllfreien Schlauchverzweigungen im Boden befestigt sind. Sie pflanzen sich ungeschlechtlich dadurch fort, dass entweder ein anschwellendes Zweigende sich durch eine Querwand abgliedert, vom Thallus loslöst und unmittelbar zum neuen Thallus auswächst (V. tuberosa); oder dass sich der Plasmainhalt eines anschwellenden und durch Querwand abgliedernden Astendes zu einer Brutzelle zusammenzieht, die entweder sich sofort mit Membran umhüllt und durch Zerstörung der Mutterzelle frei wird, um dann zu keimen (V. geminata) — oder die von der Mutterzelle ausgestossen wird (V. hamata), oder welche dieselbe als Schwärmzelle verlässt, die auf der ganzen Aussenseite mit einem dichten Pelze kurzer Wimpern bedeckt ist (V. sessilis). Ein solcher Schwärmer kommt oft erst nach längerer Zeit zur Ruhe und umhüllt sich dann mit Membran, zum jungen Thallus auf einer oder mehreren Seiten auswachsend.

316. Die Oogonien und Antheridien entwickeln sich meistens unmittelbar neben einander an demselben Zweigstücke des Thallus. Beide ent-

Fig. 62. Sphaeroplea annulina Ag. Bruchstück zweier Zellen, in der oberen Eier und Spermatozoiden, in der unteren eine reife Eispore. Vergr. 500. Nach Cohn.

stehen als papillöse Ausstülpungen der Membran. Bei V. sessilis ist das schief eiförmige Oogonium sitzend und durch eine Scheidewand vom Thallus abgegrenzt (Fig. 63 A, o). Sein Plasmainhalt formt sich zu einer mit dicken Oeltropfen versehenen Eizelle, deren der sich öffnenden Spitze des Oogoniums zugekehrtes Ende farblos ist. Das Antheridium bildet die Endzelle eines hornartig gekrümmten Astes. Sein farbloses Plasma zerfällt in eine grosse Anzahl sehr kleiner, mit zwei Wimpern versehener Spermatozoiden, welche durch eine an der Spitze des Antheridiums sich bildende Oeffnung austreten und gewöhnlich sofort zur Eizelle gelangen (Fig. 63 A, a). Bei anderen Arten der Gattung stehen ein oder zwei Oogonien mit ein oder zwei Antheridien an dem Ende eines Geschlechtsastes beisammen (V. hamata); bei V. sericea sind die Antheridien keulenförmige Säcke, bei V. synandra erscheinen sie zu mehreren auf eiförmigen Zweigen, bei V. piloboloides öffnen sie sich seitwärts durch papillenartige Ausstülpungen.

Fig. 63.

Die befruchtete Eizelle umhüllt sich mit dicker Membran und ihr Inhalt färbt sich roth oder braun. Die Keimung (Fig. 63 B) findet direct und erst nach längerer Ruheperiode statt.

317. An die Vaucheriaceen schliessen sich andere Familien der formenreichen früheren Abtheilung der Siphoneen an, deren geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt ist. Bei den Caulerpeen gleicht die verzweigte Zelle einem kriechenden, mit Wurzeln und Blättern versehenen Stengel; sie ist ausserdem durch feinere und stärkere, durch die Höhlung von Wand zu Wand ausgespannte und unter einander netzig verbundene Zellstofffäden ausgezeichnet. Die Gattung Acetabularia gleicht in ihrer Form einem kleinen Hutpilze, Bryopsis einem Fichtenbäumchen. Die meisten Formen wachsen in wärmeren Meeren.

2. Chlorophyllfreie Formen (Pilze).

318. (Fam. 19.) Saprolegniaceae. Saprophytische oder parasitische Pilze, meistens im Wasser auf todten Thieren und Pflanzen lebend, in welche ihr vielfach verzweigter, schlauchförmiger Thallus wurzelartige Aeste zum Zwecke der Nährstoffaufnahme sendet. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch Brutzellen, welche in keulig anschwellenden, durch Querwand abgegliederten Zweigenden oder in reihenweise unter einander angelegten Mutterzellen durch simultane Theilung des Plasmas (§ 61) in grosser Anzahl gebildet werden. Diese verlassen ihre Mutterzelle entweder sofort als mit zwei Wimpern versehene Schwärmzellen, oder sie sammeln sich zu einem Häufchen vor der in der Mutterzelle entstehenden Oeffnung, umgeben sich mit einer Membran und entwickeln sich innerhalb dieser zum Schwärmer. Aus ihnen wird nach Aufhören der Bewegung und nachdem sie sich mit einer Membran umhüllt

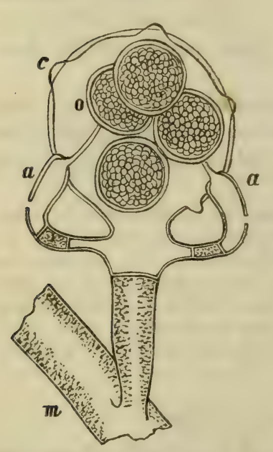
---

Fig. 63. A Stück des Thallus von Vaucheria sessilis mit Oogonium (o) und Antheridium (a), Vergr. 250. — B Keimende Oospore, Vergr. ca. 100. — Nach Pringsheim.

haben, durch einfaches Auswachsen zu einem Schlauche ein neuer Thallus. Oft bleiben auch die Brutzellen in der Mutterzelle liegen, umgeben sich mit Zellhaut und entleeren ihre später gebildeten Schwärmer durch zahlreiche Oeffnungen der Mutterzellwand.

319. Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung schwellen kurze Aeste zu kugeligen Oogonien an (Fig 64), die sich nach Aufnahme einer bedeutenden Plasmamasse von ihrem Tragaste durch Querwand abgliedern. Unterhalb, oft auch oberhalb dieser entstehen dann an der Spitze kürzerer, schlankerer Nebenäste die Antheridien, gewöhnlich zu mehreren neben einem Oogonium (Fig. 64, a). Schon ehe diese hervorsprossen, entstehen von der inneren Oogoniummembran aus stellenweise kurze, papillenartige Auswüchse, welche entweder die Aussenhaut des Oogoniums nicht durchbrechen und dann als helle Flecke erscheinen, oder auch als kürzere oder längere Papillen über die Oogoniumfläche hervortreten (Fig. 64, c). Das Antheridium legt sich fest an eine solche „Copulationswarze" an und treibt nun selber aus einer innern Lamelle seiner Zellhaut einen schlauchartigen Fortsatz (Befruchtungsschlauch), welcher die Copulationswarze durchbricht und ins Innere des Oogoniums hineinwächst (Fig. 64, a). Bei manchen Formen entstehen schon vor dem Hinzutreten der Antheridien durch Auflösung der durch die Aussenhaut wachsenden Copulationswarzen Oeffnungen in der Oogoniumhaut, durch welche später die Antheridienschläuche zu den Eizellen treten. Letztere werden entweder einzeln (Pythium) oder zu mehreren (Saprolegnia, Achlya) gebildet (Fig. 64). Die Befruchtung findet so statt, dass von dem körnigen Inhalte des Antheridiums durch den sich öffnenden Befruchtungsschlauch ruckweise äusserst kleine Körperchen ausgestossen werden, die wohl den Spermatozoiden der Vaucherien entsprechen. Die aus den befruchteten Eizellen entstehenden Oosporen keimen nach monatelanger Ruhe, entweder so, dass sofort eine kleine Pflanze entsteht, oder in einem kurzen Schlauche Schwärmzellen gebildet werden, oder dass der von der inneren Sporenmembranschicht umgebene ganze Inhalt ausschlüpft, um ausserhalb der Oospore zu keimen. Parthenogenesis ist bei Formen dieser Familie beobachtet worden (§ 274). Vergl. die folgende Familie.

Fig. 64.



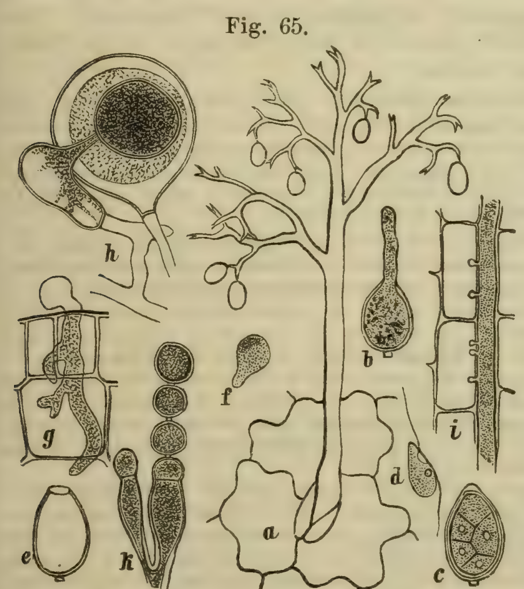
320. (Fam. 20.) Peronosporeae. Schimmelartige Pilze, deren verzweigtes, einzelliges Mycelium parasitisch in den Intercellulargängen der Wirthpflanzen wuchert und diesen mit Hülfe von die Zellwände durchbohrenden Haustorien die nöthigen Nährstoffe entzieht. Bei Cystopus sind diese Haustorien sehr kurze, im Innern der Zelle blasig angeschwollene Aestchen des Myceliums (Fig 65 i), bei Peronospora gewöhnlich Büschel von

---

Fig 64. Geschlechtsast von Achlya racemosa (Vergr. 320) nach Pringsheim. a Antheridien, o Oogonium mit vier befruchteten Eizellen, c Copulationsfortsätze der Innenhaut des Oogoniums, m Mycelstück.

Mycelästen. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch Conidien. Diese werden bei Peronospora auf baumartig verzweigten Conidienträgern, welche durch die Spaltöffnungen an die Oberfläche der Pflanze treten und hier schimmelartige Anflüge verursachen, einzeln an der Spitze kurzer Aestchen abgeschnürt, indem die Astspitze blasig anschwillt und die wachsende Anschwellung durch eine Querwand als Zelle abgegrenzt und später abgeworfen wird (Fig. 65 a). Bei Cystopus bilden sich die Conidien unter der Epidermis der Nährpflanze an dem Ende keuliger, in dichten Rasen bei einander stehender Myceläste und zwar in ganzen Reihen, indem unter jeder Conidie der abschnürende Ast weiter wächst und eine zweite, dritte u. f. Conidie erzeugt (Fig. 65 k). Die Massen der Conidien heben die Epidermis bald als Blase empor (Blasenrost) und zersprengen dieselbe später. Die Conidien keimen meistens direct mit einem Schlauche aus (Fig. 65 b). In anderen Fällen erzeugen sie aus ihrem Inhalte eine Anzahl von mit zwei Cilien versehenen Schwärmzellen, welche dadurch entleert werden, dass sich die Conidie mit einem deckelförmig abgeworfenen Membranstücke an der Spitze öffnet (Fig. 65 c—e); diese Schwärmzellen gestalten sich später zu einer kugeligen, mit zarter Membran versehenen, den Keimschlauch treibenden Zelle (Fig. 65 f). Oder es tritt auch das ganze Conidienplasma aus, umhüllt sich dann mit Membran und keimt. Bei Cystopus wächst in allen Fällen der Keimschlauch durch die Spaltöffnungen ins Innere der befallenen Pflanze, während sich bei den Peronosporen der Keimschlauch direct durch die Epidermiszellwände und die tiefer gelegenen Zellen bohrt, bis er in Intercellularräume der Wirthpflanze gelangt (Fig. 65 g).

Fig. 65.



321. Die Geschlechtsorgane entwickeln sich nur im Inneren der Wirthpflanze, Oogonien und Antheridien unmittelbar neben einander und ähnlich,

Fig. 65. a Peronospora grisea, Conidienträger, aus der Spaltöffnung eines Epidermisstückes vorragend (Vergr. 240). — b—g Phytophthora infestans (Vergr. 400) nach De Bary: b keimende Conidie, c solche in der Entwickelung von Schwärmzellen begriffen, d Schwärmzelle, e entleerte Conidie, f keimende Schwärmzelle, g eine solche in einem Stückchen Querschnitt vom Kartoffelstengel. — h Peronospora Alsinearum, Geschlechtsorgane (Vergr. 350) nach De Bary. — i, k Cystopus candidus: i Stück des Myceliums mit Haustorien im Rindengewebe von Capsella (Vergr. ca. 200), k Conidien (Vergr. 250).

wie bei den Saprolegnieen (Fig. 65 h). Im Oogonium sondert sich das Plasma in eine centrale, sehr körnerreiche Partie, die zum Ei wird und in eine dieses umgebende körnchenarme, hellere (das Epiplasma). Das Antheridium durchbohrt die Oogoniumwand mittelst eines schnabelartigen Fortsatzes (Befruchtungsschlauch), der bis an die Eizelle vordringt; ob er sich hier öffnet, ist ungewiss. Die mit derber, glatter, warziger oder stacheliger Membran versehenen meist dunkelbraunen Oosporen überwintern und bilden im nächsten Frühjahre entweder aus ihrem Plasma zahlreiche Schwärmzellen, die in einer zarten Innenlamelle (Endosporium) der Oosporenmembran wie in einer Blase eingeschlossen zu einem Riss der derben, cuticularisirten Aussenhaut (Exosporium) austreten (Cystopus); oder das Endosporium wächst zu einem das Exospor sprengenden Keimschlauche aus (Peronospora). Ihre Keimprodukte verhalten sich in Bezug auf das Eindringen in die Nährpflanze wie die betreffenden Conidien.

322. Manche Arten der Peronosporeen gehören zu den schädlichsten Parasiten. Die Zellwände des befallenen Gewebes fangen von den Stellen, wo sie mit dem Mycelium in dauernde Berührung kommen oder von ihm durchbohrt werden, an sich zu bräunen und abzusterben, der Zellinhalt verschwindet ganz, oder Reste bräunen sich ebenfalls und verschrumpfen und der ganze vom Mycelium durchzogene Pflanzentheil bräunt sich, stirbt ab und vertrocknet oder verfault. Man kennt nur drei Gattungen.

Cystopus. C. candidus auf fast allen Cruciferen, auf Lepidium sativum, Brassica oleracea und Cochlearia armoracia manchmal schädlich; C. Portulacae auf Portulaca sativa und P. oleracea; C. cubicus auf Compositen, auf Scorzonera manchmal massenhaft.

Peronospora. a. Conidien Schwärmzellen entwickelnd: P. nivea auf Umbelliferen, P. pusilla auf Geraniaceen. — b. Plasma der Conidien austretend, sich dann mit Membran umhüllend und mit Schlauch keimend: P. densa auf Rhinanthaceen. — c. Conidien an der Spitze einen Keimschlauch entwickelnd: P. gangliiformis auf Compositen (z. B. auf Endivien und Kopfsalat). — d. Conidien die Keimschläuche an jeder Stelle entwickelnd; hierher die meisten Arten: P. Viciae und P. Trifoliorum auf Erbsen, Klee, Luzerne; P. effusa auf Spinat, P. Betae auf Runkelrüben, P. obovata auf Spergula, P. parasitica auf Cruciferen, etc.

Phytophthora: unterscheidet sich von Peronospora dadurch, dass mehrere Conidien nach einander an demselben Aste gebildet werden. Ist die erste Conidie reif, so wird diese von einer unter ihr entstehenden Anschwellung des Astes zur Seite gedrängt und über ihr eine zweite, über dieser in gleicher Weise eine dritte Conidie gebildet u. s. w. Aus den Conidien entwickeln sich meistens Schwärmzellen. P. infestans ist der die Kartoffelkrankheit verursachende gefürchtete Pilz, dessen Geschlechtsorgane bis jetzt unbekannt sind; sein Mycelium überwintert in den Kartoffelknollen, in die es durch in die Erde gelangende und auf der jungen Knolle keimende Schwärmzellen geräth und von denen aus es wieder in die austreibenden Stengel wächst.

323. Den beiden vorigen Familien reihen sich vielleicht die Chytridiaceen und Entomophthoreen an, von denen man nur ungeschlechtliche Fortpflanzung kennt. Die Chytridiaceen sind einzellige, mikroskopisch kleine Parasiten, die vorzüglich auf Wasserpflanzen leben (Chytridium etc.). Die Gattung Synchytrium befällt Landpflanzen. S. Mercurialis findet sich in den Epidermiszellen von Mercurialis perennis. Dieselben schwellen in Folge der Einwanderung des Parasiten blasenförmig an und beherbergen im Herbste die grosse braungelbe Dauerspore des Synchytrium, die durch Verwesung der Blätter im Laufe des Winters frei wird. Aus ihr tritt im Frühlinge durch ein in dem Episporium sich bildendes Loch das Endospor mit dem farblosen Plasma als Blase hervor. Das Plasma zerfällt dann simultan in zahlreiche polyëdrische Zellen (sogenannter Sorus), die sich mit zarter Haut umgeben, zum platzenden Endospor heraustreten und im Wasser jede zahlreiche sehr kleine, fast kugelige Schwärmzellen mit je einer langen Wimper entwickeln. Diese Schwärmer bohren sich in die Epidermiszellen junger Pflanzen ein und wachsen in ihnen im Laufe des Sommers wieder zu einer grossen Dauerspore heran. — Bei anderen Arten, z. B. S. Taraxaci, entstehen die Schwärmer direct in der Dauerspore. Die in die Pflanze eingedrungenen Schwärmer erzeugen im Laufe des Sommers wiederholt Generationen von sorusbildenden Zellen und erst im Herbste aus der letzten Generation Dauersporen.

324. Die Entomophthoreen sind der Gattung Empusa wegen bemerkenswerth, welche die bekannte Krankheit der Stubenfliegen erzeugt (E. Muscae). Der weisse, mehlartige Hof, der die erkrankten und gestorbenen Fliegen umgiebt, besteht aus den in Plasmareste eingehüllten Conidien des Pilzes. Diese entwickeln, auf den Unterleib einer gesunden Fliege gebracht, einen Keimschlauch, der die Haut durchbohrend in das Innere des Körpers eindringt und hier im Blute durch hefeartige Sprossung sich massig vermehrende Zellen erzeugt. Letztere wachsen endlich zu Schläuchen aus, welche die Haut der Fliege durchbrechen und diese in grosser Zahl wie mit einem Pelze bedecken. Jeder einzellige Schlauch gliedert an seinem Ende eine etwa wie eine Spitzkugel geformte Conidie ab, welche mit dem Reste des im Myceliumschlauche befindlichen Plasmas mit grosser Kraft fortgeschleudert wird. Der Schlauch geht dann zu Grunde, die abgeschleuderten Conidien bilden den erwähnten Hof. Wahrscheinlich überwintert der Pilz im Körper überwinternder Fliegen.

12. Ordnung. Ustilagineae.

325. (Fam. 21.) Ustilagineae. Die Stellung der früher mit den Aecidiomyceten (§ 370) unter dem Namen der Hypodermier vereinigten parasitischen Brandpilze oder Ustilagineen ist eine sehr zweifelhafte. Geschlechtsorgane sind nicht bekannt. Für das unbewaffnete Auge werden sie in ihrer Nährpflanze erst sichtbar, wenn sie ihre braunen oder schwarzbraunen Sporen entwickeln, welche oft ganze Gewebe des Wirthes erfüllen und in ihrer Masse wie Russ erscheinen. Die Sporen sind meistens sehr klein und besitzen ein derbes, glattes oder unebenes Exospor, das bei der im Frühlinge erfolgenden Keimung von dem zarten und farblosen Endosporium ge-

Fig. 66.

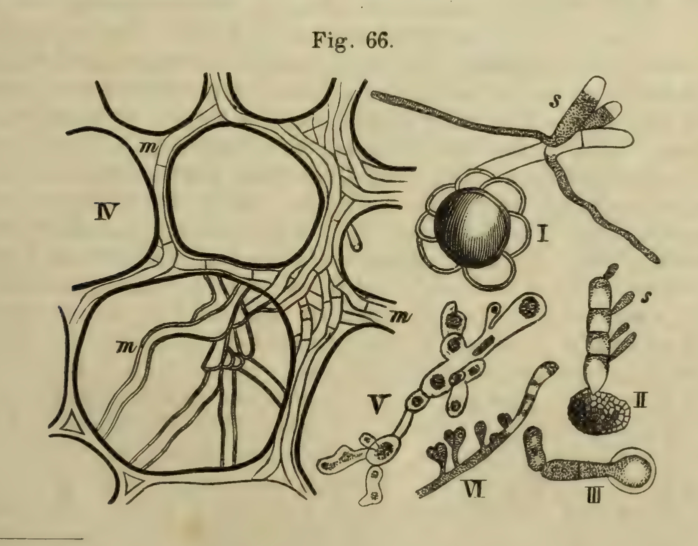
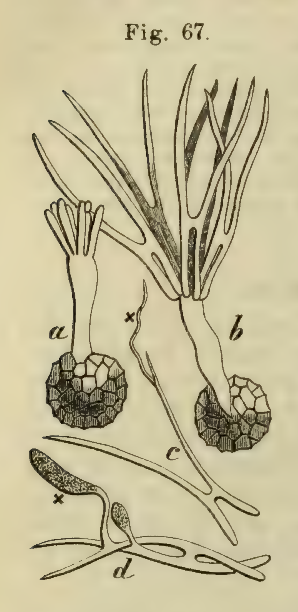


Fig. 66. I. Keimende Spore von Urocystis occulta (Vergr. 600); s die keimenden Sporidien — II. Gekeimte Spore von Ustilago receptaculorum (Vergr. 390) nach De Bary; s Sporidien. — III. Keimende Spore von Ustilago Carbo (Vergr. 600). — IV. Mycelium von Urocystis occulta im Scheidenblatte des Roggens (Vergr. 375); m Mycelium. — V. Sporenbildung von Ustilago flosculorum (Vergr. 900). — VI. Sporenbildung von Tilletia Caries (Vergr. 900). — I, III und IV nach Wolff. V und VI nach Fischer von Waldheim. —

sprengt wird. Letzteres tritt dann als Papille hervor und wächst zu einem kurzen, einfachen Schlauche, dem Promycelium, aus. Dieses bleibt bald einzellig (Tilletia — Fig. 67 a, b), bald wird es durch Querwände gegliedert (Ustilago — Fig. 66 II, III). Im letzteren Falle lösen sich entweder die einzelnen und dann keimfähigen Gliederzellen ab (Fig. 66 III), oder diese treiben seitwärts an ihrem oberen Ende Ausstülpungen verschiedener Form, die sich durch Querwände abgliedern, leicht abfallen und als Sporidien bezeichnet werden (Fig. 66 II, s). Bei Tilletia und Urocystis sprossen die Sporidien am Ende des ungegliederten Promyceliums als ein Wirtel von Aesten hervor (Fig. 66 I, s—67 a), von denen jeder Ast durch eine Querwand abgegliedert wird und bei Tilletia in der Regel (bei Urocystis selten) je zwei Nachbaräste durch einen Querschlauch sich zu einer H-förmigen Doppelsporidie verbinden (Fig. 67 b).

Fig. 67.



326. Die Sporidien keimen oft noch am Promycelium (Fig. 66 I, s), meistens jedoch erst, nachdem sie abgefallen sind. Ihr zarter Keimschlauch wächst entweder direct zum Mycelium aus (Fig. 67 c*) oder erzeugt erst eine secundäre Sporidie (Fig. 67 d*). Der Keimschlauch selbst bohrt sich bei unseren Getreidebrandpilzen in das Gewebe der jugendlichen Keimpflanze ein, entweder direct in den jungen Stengel dicht über der Wurzel, oder in das erste zarte Scheidenblatt, im letzeren Falle alle weiteren Blätter quer durchwachsend, bis er in den Stengel gelangt. In diesem wächst das oft sehr spärlich, oft reich durch Querwände gegliederte Mycelium entweder in den Intercellularräumen weiter und sendet Haustorien in die angrenzenden Zellen (Fig. 66 IV, m), oder es durchbohrt direct die Zellwände und wuchert durch die Zellen weiter, wobei es dann die innerste Lamelle der Zellwand vor sich herschiebt und in ihr wie in einer enganliegenden Scheide weiter wächst. Das Mycelium ist namentlich in den Knoten des Halmes sehr reich verzweigt, in den Internodien spärlicher; in letzteren wird es oft bei rascher Streckung derselben zerrissen, ohne dadurch lebensunfähig zu werden. Der Ort, wo es endlich zur Sporenbildung gelangt, ist ein sehr verschiedener, gewöhnlich jedoch der Fruchtknoten (§ 327). Die Sporen werden seltener als Anschwellungen kurzer, zarter Myceläste erzeugt (Tilletia — Fig. 66 VI). Meistens entstehen sie in der Weise, dass das Mycelium sich reichlicher verzweigt und dichte Knäuel bildet, seine Wände gallertartig quellen und das Plasma dabei in kugelige Portionen eingeschnürt wird (Fig. 66 V), welche sich mit Membran umhüllen und zu den Sporen werden, während das ganze Mycelium (auch bei Tilletia) nach und nach völlig zur Ernährung der wachsenden Sporen verbraucht wird. Bei Urocystis bilden sich an der Oberfläche der 1—3zelligen Sporen

---

Fig. 67. Tilletia Caries, nach Tulasne (Vergr. 460). a und b keimende Sporen, c und d keimende Sporidien.

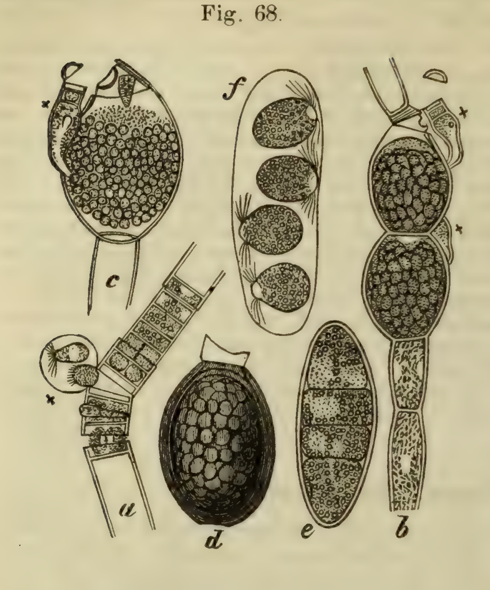
noch sterile sogenannte Nebensporen, indem sich benachbarte Myceläste an die junge Spore legen und mit ihr verwachsen (Fig. 66 I).

327. Die Ustilagineen gehören zu den schädlichsten Parasiten unserer Culturpflanzen, namentlich des Getreides. Tilletia Caries und T. laevis, erstere mit netzförmig verdickten, letztere mit glatten Sporen, verursachen den Steinbrand (Stink- oder Schmierbrand) des Weizens, indem sie das Gewebe der jungen Frucht bis auf die dünne Fruchtschale zerstören, von der die Sporen noch zusammengehalten werden. Beizen des Saatgutes mit einer ½procentigen Lösung von Kupfervitriol zerstört die Keimkraft der Brandsporen in 12—14 Stunden ohne Schaden für den Weizen, ist daher das sicherste Schutzmittel. — Ustilago Carbo erzeugt den Flugbrand (Staub- oder Russbrand) der Getreide und ist namentlich auf Hafer sehr gemein. Sein Mycelium zerstört neben dem ganzen Fruchtknoten auch noch den grössten Theil der Spelzen, seine Sporen stäuben daher frei aus. U. Maydis ruft den Maisbrand (Beulenbrand) hervor, indem diese Art in Stengeln, Blättern und Blüthen des Mais, gewöhnlich unter Erzeugung grosser Beulen, ihre Sporen reift. U. destruens erzeugt den Hirsebrand auf Panicum miliaceum, U. Secalis den seltenen Roggenkornbrand. — Der Roggenstengelbrand wird von der in Blättern und Stengeln fructificirenden Urocystis occulta hervorgerufen. — Von anderen Arten sind häufig: Ustilago utriculosa im Fruchtknoten von Polygonum-Arten, U. flosculorum in den Blüthen von Knautia, U. receptaculorum in den Blüthenköpfchen der Compositen, U. antherarum in den Staubgefässen von Caryophylleen, etc. etc.

13. Ordnung. Oedogonieae.

328. (Fam. 22.) Oedogoniaceae. Süsswasserbewohner, deren cylindrische Zellen einfache (Oedogonium) oder verzweigte (Bulbochaete) Fäden bilden, deren Endzellen oft in ein langes farbloses Haar auslaufen. Die eigenthümliche Zelltheilung wurde bereits früher erwähnt (§ 60, Fig. 14). Die ungeschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch Schwärmzellen, welche sich einzeln aus dem gesammten Plasma in einer vegetativen Zelle bilden, diese durch einen Querriss am oberen Ende, das wie ein Deckel zurückschlägt, verlassen und an ihrem farblosen Vorderende einen Kranz beweglicher Wimpern besitzen (§ 53, Fig. 12 a, b, c). Die Keimung der Schwärmspore erfolgt so, dass sich dieselbe mit dem farblosen Vorderende festsetzt, die Wimpern einzieht, mit Membran umgiebt und das festsitzende Ende zu einer gelappten Haftscheibe gestaltet (Fig. 12 c), während das grüne zu einem schlank-keulenförmigen, sich bald theilenden Schlauche auswächst.

329. Die Antheridien (Fig. 68 a) entstehen durch wiederholte Quertheilung vegetativer Zellen. Jedes Antheridium theilt sich dann noch einmal durch eine Quer- oder Längswand in zwei Zellen, von denen jede ein den Schwärmzellen gleich gestaltetes aber kleineres und blasser-grünes Spermatozoid erzeugt, welches die Mutterzelle in derselben Weise wie eine Schwärmzelle verlässt. Die zwei in einem Antheridium gebildeten Spermatozoiden sind dabei anfänglich von einer hyalinen Blase umgeben (Fig. 68 a, *). — Das Oogonium entsteht jedesmal aus der oberen Tochterzelle einer eben getheilten vegetativen Zelle. Diese schwillt eiförmig bis kugelig an und formt ihren ganzen Inhalt zu einem fast kugeligen Ei, dessen der späteren Oogoniumöffnung zugekehrte Seite farbloses Plasma (Befruchtungsfleck) enthält. Das Oogonium öffnet sich entweder an irgend einer Stelle durch ein scharf umschriebenes, kreisförmiges Loch, das gewöhnlich auf dem Scheitel einer vorher gebildeten kurzen Papille entsteht; oder die Membran klappt am oberen Ende desselben wie bei Entlassung der Schwärmzellen zurück und ein in den Spalt tretender farbloser Schleim formt sich,



später erhärtend, zu einer Art Canal (Fig. 68 b, c). Das in das Oogonium eintretende Spermatozoid dringt in den Befruchtungsfleck der Eizelle ein (Fig. 68 c), die sich darauf sofort mit einer Membran umgiebt.

330. Bei manchen Arten werden in Zellen, welche den Antheridien gleichen, aber sich nicht noch einmal theilen, sogenannte Androsporen entwickelt, die in der Form den Spermatozoiden und Schwärmzellen gleichen, in Grösse und Chlorophyllgehalt zwischen beiden die Mitte halten. Diese Androsporen keimen nach Art der Schwärmzellen auf oder neben dem Oogonium zu einem „Zwergmännchen", das nur aus einer kleinen vegetativen Zelle und einem endständigen Antheridium besteht (Fig. 68 b, c), dessen Spermatozoid gewöhnlich sofort in das Oogonium gelangt. — Die grossen, gelb gefärbten Spermatozoiden des Oedogonium diplandrum zeichnen sich durch amöbenartige Bewegungen aus. — Die Eispore verdickt ihre Membran und färbt ihren Inhalt roth oder braun (Fig. 68 d). Sie überwintert in der Oogoniummembran der sonst zu Grunde gehenden Pflanze, und entlässt im Frühlinge ihren im blasenförmig austretenden Endosporium eingeschlossenen Inhalt. Dieser theilt sich in vier grosse Schwärmzellen (Fig. 68 e, f), welche nach einiger Zeit jede zu einer Pflanze auswachsen.

331. An die Oedogoniaceen schliesst sich habituell die Familie der Confervaceen, wie jene aus einfachen oder verzweigten Zellenreihen bestehend. Geschlechtsorgane sind unbekannt. Bei manchen Gattungen kennt man Schwärmzellen, oft von zweierlei Grösse, die zur Zelle durch Oeffnungen austreten, welche z. B. bei Cladophora auf der Spitze je einer kurzen Papille am Vorderende der Zellen liegen. Andere Gattungen entwickeln in ihren Zellen unbewegliche Brutzellen. Die kleinen Schwärmer von Cladophora sollen copuliren.

Die Chaetophoreen zeichnen sich dadurch aus, dass ihre verzweigten Zellreihen mit einem langen, glashellen Haar endigen und in Schleim eingebettet liegen (Draparnaldia, Chaetophora).

Bei den Ulvaceen ist der aus einer einfachen oder doppelten Zellenlage bestehende Thallus blatt- oder sackförmig. Schwärmsporenbildung ist bekannt und von kleineren Schwärmern wird Copulation angegeben, die nach anderen Beobachtungen nicht existirt.

Fig. 68. a Oedogonium gemelliparum: Antheridien, bei * die austretenden Spermatozoiden (Vergr. 350). — b—c O. ciliatum: b Stück eines Fadens mit Oogonien und Zwergmännchen * (— Vergr. 250), c Oogonium mit Zwergmännchen * im Augenblicke der Befruchtung (Vergr. 350). — d Reife Oospore im Oogonium (Vergr. 350). — e, f Schwärmsporenbildung aus der Oospore (Vergr. 250). — Nach Pringsheim.

Die meisten Arten sind Meeresbewohner (Ulva). Prasiola wächst in Form zarter, gekräuselter Häutchen auf feuchtem Erdboden, Enteromorpha intestinalis in Gestalt darmförmiger Schläuche in süssem und salzigem Wasser.

14. Ordnung. Characeae.

332. (Fam. 23.) Characeae. Die in mancher Beziehung bereits an die Moose erinnernden Characeen sind untergetauchte, mittelst hyaliner Wurzelhaare (Rhizoiden) im Schlamme wurzelnde Wasserpflanzen. Ihr verzweigter, stammartiger Thallus wächst mit einer nahezu halbkugeligen, sich durch horizontale Wände theilenden Scheitelzelle und ist in lange Internodien und kurze Knoten gegliedert. Letztere werden durch Verticalwände in eine Zellenscheibe getheilt, deren peripherische Zellen zu mit begrenztem Spitzenwachsthum behafteten sogenannten Blättern auswachsen, welche die Gliederung des sogenannten Stammes wiederholen und Seitenblättchen erzeugen können. In der Achsel der ersten Blätter eines Quirles entstehen Seitenzweige des Thallus, die sich wie der Stamm verhalten. Die Internodien bestehen entweder aus einer einzigen, sehr langen, cylindrischen Zelle (Nitella), oder sie sind von einer Rinde aus einer einzelnen Lage von Zellen umgeben (Arten von Chara). Diese Rinde entsteht dadurch, dass von dem Basilarknoten jedes jugendlichen Blattes nach oben und unten eine Zelle (Rindenlappen) dicht am Internodium entlang wächst. Die Rindenlappen stossen in der Mitte des Internodiums zusammen und sind wieder in complicirter Weise gegliedert. Aus den Basilarknoten entspringen noch einzellige sogenannte Nebenblättchen. Aus den unteren Knoten der Hauptsprosse wachsen auch die Rhizoiden hervor.

Eine vegetative Vermehrung findet bei Chara fragilis durch „nacktfüssige Zweige“, die mit Ausnahme der fehlenden oder mangelhaften Berindung des untersten Internodiums den normalen Zweigen gleichen, und durch ebenfalls an den Knoten entspringende „Zweigvorkeime“ statt, die den aus der Spore hervorgehenden Vorkeimen entsprechend gebaut sind (§ 335).

333. Antheridien und die hier als „Eiknospen“ (Sporenknospen) bezeichneten weiblichen Organe entstehen an den als Blätter betrachteten Aesten; die Antheridien sind das metamorphosirte Endglied, die Eiknospen entspringen aus dem Basilarknoten eines Blattes (Chara) oder dem letzten Knoten des Hauptstrahles. Bei der monöcischen Chara fragilis sitzt daher die Eiknospe (Fig. 69 I, sp) über dem Antheridium (Fig. 69 I, a), bei anderen Charen neben demselben.

Das Antheridium ist eine kurz gestielte, hohle Kugel, deren Wand aus acht flachen Zellen (Schildzellen) mit eingefalteten Seitenwänden besteht. Vier dreieckige derselben bilden die obere, vier ungleich-vierseitige die untere Hälfte der Kugel Auf der Mitte der Innenseite jeder Schildzelle sitzt eine stumpf kegelförmige Zelle (Manubrium — Fig. 69 II, m), auf dieser eine grössere kugelige (Kopf-) Zelle und auf dieser wieder Köpfchenzellen, auf denen zuletzt gewöhnlich je vier lange, gewundene, durch Querwände in bis 200 scheibenförmige Zellen gegliederte Schläuche entspringen. In jeder dieser Schlauchzellen liegt ein schraubig gewundenes Spermatozoid (Fig. 69 III, IV), das am vorderen spitzeren Ende zwei lange zarte Wimpern trägt. Aus dem Grunde des Antheridiums ragt noch eine stumpfkegelförmige („flaschenförmige“) Zelle bis in die Mitte, hier die Kopfzellen stützend, vor. Schildzellen und Manubrien (erstere nur auf der Innenwand)

enthalten zur Zeit der Reife einen rothen, körnigen Farbstoff. Um diese Zeit fällt auch das Antheridium völlig in seine Zellen auseinander.

Das junge noch einzellige Antheridium theilt sich zuerst durch nach drei Richtungen unter rechten Winkeln wechselnde Wände in Kugeloctanten und aus jedem dieser entstehen durch zwei Tangentialwände drei Zellen: die äussere wird zur Schildzelle, die mittlere zum Manubrium, die innere zur Kopfzelle (Fig. 69 VII). In Folge stärkeren Flächenwachsthums der Schildzellen weichen Manubrien und Kopfzellen auseinander und nun entstehen die Köpfchen- und Schlauchzellen durch Sprossung an den Kopfzellen, während die über der Stielzelle gelegene flaschenförmige Zelle nach innen emporwächst.

Fig. 69.

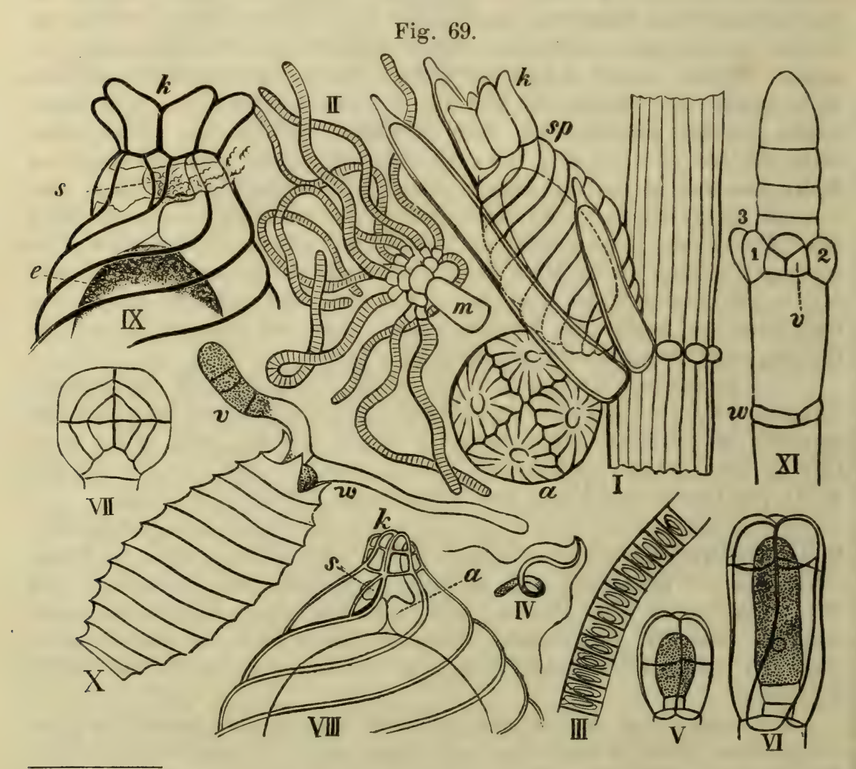


Fig. 69. I. Blattstück von Chara fragilis mit Eiknospe sp (k deren Krönchen) und Antheridium a (Vergr. ca. 50). — II. Manubrium mit den Antheridienschläuchen (Vergr. ca. 100). — III. Stück eines Antheridiumschlauches (Vergr. ca. 300). — IV. Spermatozoid (Vergr. 600). — V und VI. Junge Eiknospen (Vergr. 140) nach De Bary. — VII. Junges Antheridium im optischen Längsschnitt (Vergr. 200). — VIII. Oberer Theil der Eiknospe von Nitella tenuissima (Vergr. 140) und IX solcher von Chara foetida (Vergr. ca. 70) nach De Bary; s die Spalte zwischen den Rindenschläuchen, k Krönchen, a innere Vorsprünge der Rindenschläuche, e Ei. — X. Keimende Oospore von Chara crinita (Vergr. ca. 80) nach De Bary; v Vorkeim, w Primärwurzel. — XI. Oberer Theil des Zweigvorkeimes von Chara fragilis (Vergr. 170) nach Pringsheim; v Knospe des Vorkeimzweiges, w Wurzelknoten, 1—3 Blätter nach der Reihenfolge ihrer Entstehung.

334. Die junge Eiknospe besteht aus drei hinter einander gelegenen Zellen: Stiel-, Knoten- und Centralzelle. Aus der Knotenzelle sprossen fünf schlauchförmige Zellen (Rindenschläuche) hervor, welche der Centralzelle dicht angeschmiegt (und mit ihr später verwachsend) über dem Scheitel derselben zusammenschliessen. Durch eine in halber Höhe entstehende Querwand werden sie in ein oberes und unteres Stockwerk getheilt (Fig. 69 V); ersteres wird von den lebhaft weiter wachsenden und sich spiralig windenden unteren Zellen (Rindenschläuchen) emporgetragen (Fig. 69 VI) und steht bald als Krönchen auf der Spitze der Eiknospe (Fig. 69 I, k). An der Basis der Centralzelle werden während dessen noch einige kleine Zellen (Wendungszellen) abgegliedert; der grösste Theil enthält das Ei.

Kurz vor der Befruchtungsreife strecken sich die oberen Enden der fünf Rindenschläuche noch einmal und zerreissen dabei ringförmig ihre äussere cuticularisirte Schicht (Fig. 69 VIII, IX). Jeder Schlauch treibt nach innen einen papillenartigen Vorsprung, so dass oberhalb der Centralzelle zwei trichterförmige Höhlungen entstehen, die durch einen engeren Canal verbunden sind. Je zwei benachbarte Rindenschläuche weichen dann in der Höhe der oberen Höhlung mit einem Längsspalt auseinander (Fig. 69 VIII, IX, s); die über dem Ei befindliche Membranpartie der Centralzelle erweicht und füllt sammt wässeriger Flüssigkeit Hohlraum und Spalten der Eiknospe, so dass hinzukommende Spermatozoiden leicht festgehalten werden (Fig. 69 IX), und zum Ei gelangen können, das an seinem freien Ende einen helleren (Befruchtungs-) Fleck zeigt.

335. Nach der Befruchtung verholzen die Wand der Oospore, sowie die Innenwände der Rindenschläuche, während die Aussenwände der letzteren erst gallertartig quellen und dann sich lösen. Die überwinterte keimfähige Eispore ist daher mit einer derben, meist braun gefärbten, oft mit Kalk inkrustirten Schale umgeben, die von den Resten der Rindenschläuche in Form von Spiralleisten geziert wird (Fig. 69 X). Bei beginnender Keimung sammelt sich in der Spitze der Eispore eine hellere Plasmamasse und grenzt sich durch Scheidewand von dem übrigen dunkelen, mit grossen Fetttropfen und Stärkekörnern erfüllten Protoplasma als planconvexe erste Knotenzelle ab. Diese zerfällt darauf durch eine in der Längsaxe der Eispore liegende Wand in zwei neben einander liegende Zellen, deren eine zum Vorkeim, deren andere zum ersten Wurzelhaar schlauchförmig auswächst. Der bald Chlorophyll entwickelnde Vorkeimschlauch streckt sich und gliedert eine obere Zelle ab, die sich noch mehrere Male zur 3 - 6zelligen Vorkeimspitze theilt (Fig. 69 XI, die vier oberen Zellen). Unter dieser wird durch eine Querwand noch einmal eine Zelle abgetrennt und diese theilt sich darauf in eine untere niedrige Zelle (den Wurzelknoten — Fig. XI, w), eine mittlere längere und eine obere niedrige Zelle (den Stengelknoten). Letztere zerfällt durch Längswände in eine Zellenscheibe, aus deren peripherischen Zellen „Blätter“ (Fig. 69 XI, 1—3 nach der Reihenfolge der Entstehung) und zwischen ihnen der erste Spross der jungen Pflanze mit seiner Scheitelzelle (Fig. XI, v) sich entwickeln, während die Vorkeimspitze unverändert bleibt, aus dem Wurzelknoten Rhizoiden entspringen und die unter und über dem Wurzelknoten gelegenen Zellen sich noch bedeutend strecken.

336. Das Plasma der Characeenzellen zeichnet sich durch seine vorzügliche Rotation aus. Viele Charen sind stark mit Kalk inkrustirt und von einem widerlichen Geruche.

Man unterscheidet A. Nitelleae: Krönchenzellen durch Querwand getheilt (Fig. VIII), Internodien nicht berindet: Nitella, Tolypella. — B. Chareae: Krönchenzellen ungetheilt, Internodien berindet oder unberindet: Chara (Ch. crinita besitzt Parthenogenesis — § 274). —

15. Ordnung. Fucaceae.

337. Der Thallus der Fucaceen zeichnet sich häufig durch eine an die höheren Pflanzen erinnernde morphologische Gliederung aus. Ein wurzelartig verzweigter oder zu einer meist gelappten Haftscheibe verbreiterter Theil desselben hält ihn am Meeresboden, an Steinen, Muscheln etc. fest und trägt eine Art Stamm, der sich verzweigt und dessen letzte Glieder in der Form an Blätter erinnern (Sargassum). Das Gewebe lässt Differenzirung in einen äusseren rindenartigen Theil aus kleineren Zellen und in ein inneres, aus grossen, oft reihenweise zu Fäden gegliederten Zellen bestehendes Grundgewebe erkennen (Fig. 70, a). Die Zellwände besitzen ge-

Fig. 70.

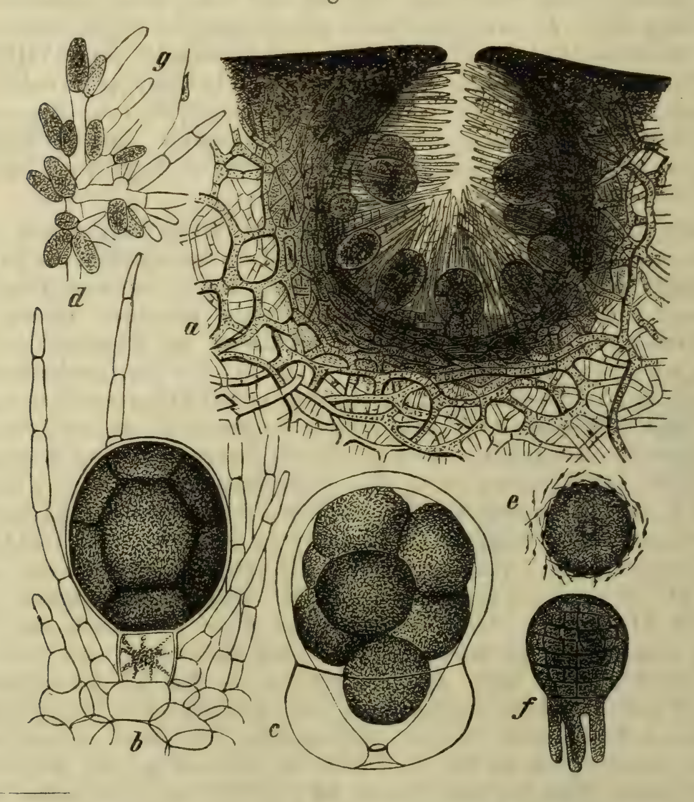


Fig. 70. Fucus vesiculosus L. a Längsschnitt durch das weibliche Conceptaculum (Vergr. 50). — b Oogonium und Paraphysen, Beginn der Eibildung. — c Sich öffnendes Oogonium. — d Antheridien. — e Ei mit anhängenden Spermatozoiden. — f Junge Pflanze (b—f in 160facher Vergr.) — g Spermatozoid (Vergr. 350). — Nach Tulasne.

wöhnlich eine innere derbere Schicht und eine äussere, mächtiger entwickelte, stark quellungsfähige, die mit derjenigen benachbarter Zellen zu einer meistens structurlosen Intercellularsubstanz verschmolzen ist (§§ 32, 66). Im Protoplasma ist das Chlorophyll durch einen im Wasser löslichen braunen Farbstoff (Melanophyll, Phycophaeïn) verdeckt, welcher den Tangen die grünbraune bis lederbraune Färbung ertheilt.

338. Die Oogonien und Antheridien sitzen in sackartigen Höhlungen (Conceptacula) des Thallus, oft an besonders gestalteten Aesten desselben, entweder beide in derselben Höhlung, oder in verschiedenen Conceptakeln auf demselben Individuum oder auf verschiedenen Pflanzen. Die Höhlungen selbst entstehen als Vertiefungen an der Oberfläche des Thallus, die von dem benachbarten Gewebe überwuchert werden. Antheridien wie Oogonien sind metamorphosirte Trichome, welche zwischen zahlreichen einfachen, gegliederten Haaren (Paraphysen) stehen (Fig. 70 a, b). Erstere entstehen als die letzten blasigen Verzweigungen ästiger Haare (Fig. 70 d) und erzeugen jedes zahlreiche kleine Spermatozoiden mit zwei (nach vorn und hinten gerichteten) Wimpern und einem rothen Flecken (Fig. 70 g). Die Oogonien sind eiförmige bis kugelige, auf einem einzelligen Stiele sitzende Zellen (Fig. 70 b), deren dunkelbraunes Plasma sich zu einer Eizelle formt oder durch Theilung in 2–8 Eier zerfällt (Fig. 70 b, c). Die reifen Antheridien und von den Oogonien eine innere, die Eier umhüllende Membranschicht, werden zur Zeit der Ebbe aus den Conceptakeln entleert und entlassen ihren Inhalt zur Zeit der Fluth. Die Eier werden dabei in der Weise ausgestossen, dass eine dieselben anfänglich noch umhüllende innerste Hautschicht des Oogoniums erst später zerrissen wird (Fig. 70 c). Die Spermatozoiden hängen sich dann zahlreich an das kugelige Ei (Fig. 70 e) und versetzen dasselbe in rollende Bewegung, während welcher die Befruchtung stattfindet. Das befruchtete Ei umhüllt sich mit einer Membran und wächst sofort zu einer jungen Pflanze (Fig. 70 f) aus, deren ganzer Entwickelungslauf noch nicht bekannt ist.

339. Sämmtliche Fucaceen sind Bewohner des Meeres, besonders der Küsten. Sie besitzen in ihrem Gewebe häufig grosse Lufthöhlungen, die den Thallus stellenweise blasig aufgetrieben erscheinen lassen (Fucodium vesiculosum, Sargassum). Die Geschlechtsorgane sitzen entweder an den äusseren Verzweigungen des Thallus oder an eigenthümlich umgestalteten Aesten desselben (Himanthalia, Sargassum). Vgl. auch § 341.

16. Ordnung. Phaeosporeae.

340. An die Fucaceen schliesst sich nach Gestalt und anatomischem Baue die Ordnung der Phaeosporeen. Man kennt bei diesen Schwärmsporen, welche zu vielen in einzelligen oder vielzelligen Behältern, in letzterem Falle dann in jeder Zelle einzeln, gebildet werden und welche meistens unmittelbar keimen. Bei Dictyosiphon soll Copulation der Schwärmer vorkommen. Bei manchen (Cutleria, Tilopteris) kennt man Antheridien, die denen der Fucaceen gleichen; dagegen sind weibliche Organe zur Zeit unbekannt. Die verschiedenen, fast durchgängig Meeresbewohner umfassenden Familien unterscheiden sich grösstentheils durch Form und Bau des Thallus.

Ectocarpeae: Thallus aus verzweigten Zellenreihen gebildet, dem der Confervaceen ähnlich (Ectocarpus. Pleurocladia im süssen Wasser auf anderen Pflanzen). Sphacelarieae: Thallus verzweigt, fadenförmig, aus mehreren Zellenreihen zusammengesetzt (Sphacelaria).

Chordarieae: Thallus fadenförmig, in seiner Axe mit langen, röhrenförmigen Zellen (Chorda, Chordaria). Punctarieae: Thallus röhrenförmig (Punctaria, Striaria, Dictyosiphon). Laminarieae: Thallus laubartig, flach (Laminaria. Thalassiophyllum mit durchlöchertem Thallus. Nereocystis: eine grosse, gestielte, auf dem Scheitel Blätter tragende Blase. Macrocystis: Thallus strickartig, mit zahlreichen Blättern, die an der Basis eine grosse Schwimmblase besitzen).

341. Phaeosporeen und Fucaceen sind die grössten Kryptogamen. Macrocystis pyrifera erreicht eine Länge von 500 Fuss. Viele bilden unterseeische Wälder, namentlich in den Meeren der südlichen Hemisphäre und im nördlichen grossen Ocean. Sargassum bacciferum ist die Alge der Sargasso- oder Krautseen, deren grösste im nördlichen atlantischen Ocean sich findet. Nutzbar sind sie durch das aus ihrer Asche gewonnene Jod, und als Dünger; manche Arten werden auch als Viehfutter benutzt oder als Salat, Suppe etc. zubereitet von Küstenbewohnern gegessen. Aus anderen wird Syrup gewonnen (Laminaria saccharifera, Zuckertang). Officinell ist Laminaria digitata (europäische Küsten), deren Stengel zu chirurgischen Zwecken verwendet wird.

IV. Classe. Carposporeae.

342. Das weibliche Organ der Carposporeen, das Carpogonium, ist ein ein- oder mehrzelliger Körper, der oft noch einen langen schlauchförmigen, die Befruchtung vermittelnden Fortsatz, die Trichogyne trägt. Das männliche Organ erzeugt entweder als Antheridium Spermatozoiden, oder es wächst dem Carpogonium als Pollinodium entgegen und legt sich diesem an, mit ihm verschmelzend, wobei die Befruchtung auf diosmotischem Wege oder in Folge von Resorption der Berührungsstellen und directer Einwirkung des Plasmas erfolgt. Durch die Befruchtung wird das Carpogon zur Erzeugung von Sporen befähigt. Zugleich bildet sich aber mit wenigen Ausnahmen ein die sporenerzeugenden Organe einschliessender oder tragender Fruchtkörper von verschiedener Grösse und Form. — Von vielen hierher gezogenen Thallophyten sind Geschlechtsorgane nicht bekannt, von anderen, wie den Ascomyceten und Hymenomyceten, wird der Charakter der als Geschlechtsorgane gedeuteten Gebilde des Myceliums neuerdings wieder angezweifelt.

343. Die zu den Carposporeen gerechneten Ordnungen der Thallophyten sind die folgenden.

I. Chlorophyllhaltige Formen. Die Befruchtung erfolgt stets durch Spermatozoiden. Das Carpogon trägt stets eine Trichogyne.
  - A. Befruchtung durch bewegliche Spermatozoiden: **Coleochaeteae.**
  - B. Befruchtung durch unbewegliche Spermatozoiden: **Florideae.**

II. Chlorophyllfreie Formen. Spermatozoiden fehlen. Trichogyne meistens nicht entwickelt.
  - A. Die Sporen werden durch freie Zellbildung in Schläuchen (Asci) entwickelt: **Ascomycetes.**
    1. Ein die Sporenschläuche tragender Fruchtkörper fehlt: Gymnoasci.
    2. Fruchtkörper entwickelt.
       - a. Frucktkörper geschlossen, ohne festes Sporenlager: Erysiphei.
       - b. Fruchtkörper mit enger Mündung sich öffnend, das Sporenlager im Grunde desselben: Pyrenomycetes.
       - c. Fruchtkörper zur Reifezeit meistens becher- oder scheibenförmig, das Sporenlager auf der ganzen freien Fläche: Discomycetes.
       - d. Fruchtkörper wie bei b oder c. Auf Algen schmarotzende Pilze, welche die Algen als sogenannte Gonidien in den aus dichtgeflochtenen Hyphen gebildeten Thallus einschliessen: Lichenes.
       - e. Fruchtkörper geschlossen, das Sporenlager in labyrinthischen Gängen oder Kammern desselben: Tuberacei.
  - B. Die Sporen werden auf Basidien durch Abschnürung erzeugt.

1. Sporen in Reihen über einander: **Aecidiomycetes.**
2. Sporen einzeln: **Basidiomycetes.**
   a. Die Basidien entspringen auf einem fädigen Mycelium: Exobasidiei.
   b. Die Basidien entspringen auf dem zu einem Gallertlager verschmolzenen Mycelium: Tremellini.
   c. Die Basidien bekleiden zahlreiche Kammern im Inneren eines Fruchtkörpers: Gasteromycetes.
   d. Die Basidien entspringen auf Vorsprüngen der Aussenfläche eines Fruchtkörpers: Hymenomycetes.

I. Reihe. Chlorophyllhaltige Formen.

17. Ordnung. Coleochaeteae.

344. (Fam. 24.) Coleochaeteae. Kleine, kaum 2 Mmtr. grosse Süsswasserbewohner, deren Thallus aus wiederholt verzweigten Fäden besteht (Fig. 71 I) und dann entweder ganz unregelmässig ist oder halbkugelige oder scheibenförmige Polster bildet — oder welche eine aus lückenlos verbundenen Zellen bestehende Scheibe darstellen. Einzelne Zellen des Thallus entwickeln borstenförmige, mit dem untern Ende in einer engen Scheide steckende Haare (Fig. 71 I, h). Die ungeschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch mit zwei Cilien versehene kugelige Schwärmzellen, welche sich aus dem gesammten Plasma jeder beliebigen vegetativen Zelle bilden und durch ein in der Wand derselben entstehendes Loch entweichen. Das Carpogon entwickelt sich immer aus der Endzelle eines Zweiges, oder bei scheibenförmigen Coleochaeten aus einer Randzelle. Diese schwillt blasig an und verlängert sich zu einem schlauchförmigen, an der Spitze

Fig. 71.

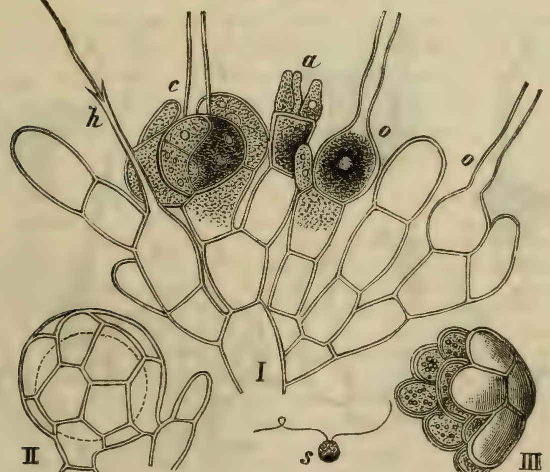



Fig 71. Coleochaete pulvinata. I Stück aus einem fructificirenden Pflänzchen (Vergr. 350). II Reife Frucht (Vergr. 280). III Frucht in der Schwärmsporenbildung begriffen (Vergr. 280). a Antheridien, o Carpogonien, c junge Frucht, h Haar, s Spermatozoid. — Nach Pringsheim.

sich öffnenden Fortsatz, die Trichogyne (Fig. 71 I, o), welche einen farblosen Schleim ausstösst, während sich der grüne Plasmainhalt des Carpogons zum Ei formt. Die Antheridien entstehen meistens an benachbarten Aesten als dick-flaschenförmige Ausstülpungen, die durch Querwand abgegliedert werden (Fig. 71 I, a) und aus ihrem ganzen Inhalte ein Spermatozoid bilden, welches die Gestalt der Schwärmzellen hat (Fig. 71 s), aber kleiner ist. Dasselbe entweicht durch eine Oeffnung an der Spitze des Antheridiums. Der Befruchtungsakt selbst ist noch nicht beobachtet worden. Das befruchtete Carpogon, dessen Ei sich mit einer Membran umhüllt, wächst und wird nach und nach von einer zelligen Hülle umgeben, die von sich verzweigenden und durch Querwände gliedernden, aus der Trägerzelle entspringenden Schläuchen gebildet wird (Fig. 71 I, c und II). Diese sich dunkelbraun färbende Frucht überwintert und bildet im Frühjahre aus der Eispore durch wiederholte Zweitheilung einen kleinen parenchymatischen Gewebekörper, der die Rinde sprengt (Fig. 71 III) und in jeder seiner Zellen eine Schwärmzelle entwickelt, die ihrerseits eine Pflanze erzeugt.

18. Ordnung. Florideae.

345. Die Florideen sind mit wenigen Ausnahmen (Batrachospermum, Hildenbrandtia) Meeresbewohner. Ihr Thallus besteht aus verzweigten Zellenreihen, die oft in ähnlicher Weise wie bei Chara berindet werden (Ceramium-Arten), oder aus ein- oder mehrschichtigen, blattartigen Zellenflächen, oder aus verzweigten, meist bandartigen oder fadenförmigen Gewebekörpern. Der Inhalt der Zellen führt einen rothen, im Wasser lös-

Fig. 72.

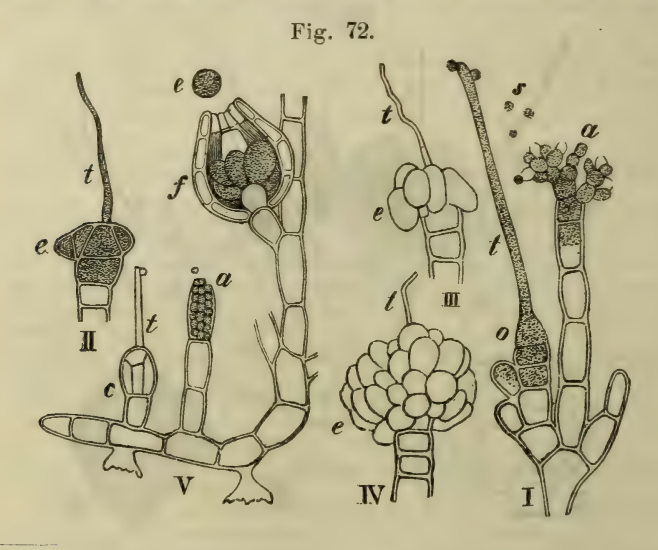


Fig. 72. I—IV. Nemalion multifidum, nach Thuret und Bornet: I. Zweig mit Carpogonium und Antheridien; II—IV. Verschiedene Stadien der Sporenentwickelung. — V. Lejolisia mediterranea, nach Bornet, mit Antheridium, Carpogon und reifer Frucht — a Antheridien, c und o Carpogon, t dessen Trichogyne, s Spermatozoiden, f Frucht (halbirt), e Sporen

lichen Farbstoff (Phycoerythrin, Florideenroth — § 39), welcher das Chlorophyll vollständig verdeckt und diesen Algen die meist prächtig rothe Färbung ertheilt. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung wird bei den meisten Arten durch unmittelbar keimende sogenannte Tetrasporen vermittelt: Brutzellen, welche durch Theilung des Plasmas in meist 4, seltener 1, 2 oder 8 Zellen in den Endzellen der Zweige oder in ganzen Geweben des Thallus entstehen.

Die Antheridien sitzen als einzelne Zellen oder Zellengruppen am Ende der Zweige (Fig. 72 I, V), oder auf der Fläche oder in Höhlungen des Thallus. Jede Zelle erzeugt ein kugeliges, wimpernloses Spermatozoid, das vom Wasser passiv der Trichogyne zugeführt wird und an dieser hängen bleibt (Fig. 72 I, V). Die Befruchtung wird dadurch bewirkt, dass an der Berührungsstelle die Membran der Trichogyne gelöst wird und das Plasma derselben mit dem des Spermatozoides in Berührung tritt, während letzteres sich mit einer Membran umhüllt.

346. Das Carpogon ist in den einfachsten Fällen einzellig, wie bei den Coleochaeten (Nemalieen — Fig. 72 I). Nach der Befruchtung wird dann sein Bauch durch succedane Theilung mehrzellig und jede Zelle wölbt sich nach aussen und bildet durch Theilung und Verzweigung einen Haufen von Zweigen, deren Endzellen die Sporen sind (Fig. 72 II–IV). Der Sporenhaufen ist entweder nackt oder von einer lockeren Hülle umgeben, die aus den unter dem Carpogon liegenden Zellen hervorsprossenden Zweigen gebildet wird (Batrachospermum). In anderen Fällen ist das Carpogon schon vor der Befruchtung mehrzellig. Die Trichogyne sitzt dann auf einer seitlichen Zellenreihe (Trichophor — Fig. 72 V). Die nicht zum Trichophor gehörenden Zellen erzeugen nach der Befruchtung durch Sprossung Haufen von Sporen, oder letztere werden von einer centralen Zelle des Carpogoniums allein gebildet, während die peripherischen Zellen zu einer Fruchthülle (Cystocarp) auswachsen, die sich später am Scheitel öffnet (Fig. 72 V).

Bei Dudresnaya wachsen aus den unter der befruchteten Trichogyne gelegenen Zellen lange Schläuche zu den entfernteren, die Cystocarpien erzeugenden Aesten, und verschmelzen mit diesen; ein Schlauch befruchtet oft mehrere der weiblichen Zweige nach einander.

347. Die wichtigsten Familien der Florideen sind:

I. Gymnosporeae. Ohne Cystocarp. Ceramieae: Thallus fadenförmig, aus einzelnen Zellenreihen bestehend (Ceramium, Callithamnion). Batrachospermeae: Sporenknäuel von lockerer Hülle, die kugeligen Glomeruli bilden l, umgeben (Batrachospermum). Cryptocarpeae: Sporenlager dem Thallus eingesenkt (Hildenbrandtia bildet mit dem krustenförmigen Thallus rothe Ueberzüge auf Steinen in Gebirgsbächen; Nemalion, Chondrus, Furcellaria). Porphyreae: Laubblatt- oder fadenförmig, aus einer einzigen Zellenfläche gebildet (Porphyra). — **II. Sporocarpieae.** Mit Cystocarp (Polysiphonia, Rhodomela, Dasya, Odontalia, Gigartina, Plocamium, Delesseria etc. bilden Typen kleinerer Familien). **III. Corallineae.** Thallus durch Kalkeinlagerungen steinhart, oft an gewisse Corallen erinnernd (Corallina, Melobesia).

Viele Florideen werden von Küstenbewohnern als Salat oder Gemüse (Sphaerococcus palmatus) oder in Suppen gegessen, andere als Viehfutter benutzt. Officinell sind Sphaerococcus crispus Ag. (Caraghen, irländisches Moos) von den Küsten der Nordsee und des atlantischen Oceans, Sphaerococcus lichenoides Ag. (Fucus amylaceus, Ceylonmoos) aus dem indischen Ocean und Helminthochorton officinarum Lk. (Helminthochorton, corsikanisches Wurmmoos) aus dem Mittelmeere. Sie enthalten ausser Jod und Brom fast nur Bassorin.

II. Reihe. Chlorophyllfreie Formen.

19. Ordnung. Ascomycetes.

348. Die Ascomyceten oder Schlauchpilze entwickeln auf ihrem Mycelium geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzungsorgane. Die letzteren sind entweder Conidien, welche gewöhnlich in Reihen auf senkrecht sich erhebenden Mycelästen abgeschnürt werden (etwa wie bei Cystopus — Fig. 75 a, 80 A) und die unmittelbar neues Mycelium erzeugen; oder es sind diesen gleichwerthige, aber im Inneren von Fruchtkörpern ähnlichen Gebilden (Pycniden) entstehende sogenannte Stylosporen. Den Pycniden ähnlich sind die Spermogonien, deren Spermatien jedoch keimungsunfähig sind (vergl. § 354).

Das weibliche Organ, das Carpogonium, ist durch seine Gestalt und Grösse gewöhnlich von dem männlichen Organe, dem Pollinodium, verschieden, bald ein-, bald mehrzellig, in manchen Fällen (Peziza) mit einem der Trichogyne der Florideen ähnlichen Fortsatze versehen. Das Pollinodium ist meistens ein einfacher Schlauch, der sich zum Zwecke der Befruchtung dem Carpogon entweder der ganzen Länge nach oder nur mit seiner Spitze anlegt, aber nur selten an der Berührungsstelle so mit ihm verschmilzt, dass offene Communication eintritt. Die Befruchtung erfolgt vielmehr gewöhnlich auf diosmotischem Wege. Die nach der Befruchtung erzeugten Sporenschläuche (asci) entspringen nur aus dem Carpogon. Jeder Schlauch erzeugt gewöhnlich acht, seltener mehr oder weniger Sporen (Ascosporen, Endosporen oder Schlauchsporen) durch freie Zellbildung (§ 55, Fig. 12 d, e). Das die Sporenschläuche einhüllende Gewebe des Fruchtkörpers entsteht aus Zweigen, die aus dem Träger des Carpogons oder diesem benachbarten Aesten hervorsprossen.

Fig. 73.

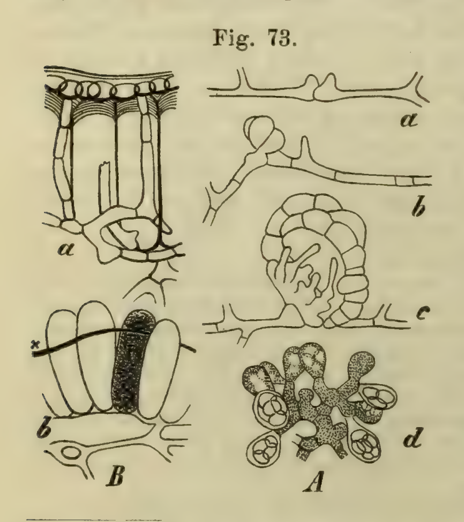


Fig. 73. A Gymnoascus Reessii (Vergr. ca. 600) nach Baranetzki. a erste Anlage der Geschlechtsorgane. b vollständig entwickelte Geschlechtsorgane. c Entwickelung des Sporenlagers. d Stück desselben mit einzelnen Schläuchen. — B Exoascus Pruni (Vergr. 400) nach De Bary. a zwei Epidermiszellen der erkrankten Pflaume mit Mycelium und Sporenlager. b junge Schläuche. Das Uebrige im Texte.

1. Unterordnung. Gymnoasci.

349. Geschlechtsorgane kennt man aus dieser Abtheilung bei dem auf Schafmist wachsenden Gymnoascus. Carpogon und Pollinodium sind einander in Grösse und Form gleich. Sie entspringen auf einem verästelten, durch Querwände gegliederten Mycelium in der Weise, dass an der Scheidewand zweier Zellen rechts und links zwei Papillen entstehen, die

einander spiralig umwachsen (Fig. 73 A, a, b). Nach der Befruchtung wächst das Carpogon weiter, gliedert sich durch Querwände und aus seinen Zellen sprossen verzweigte Aeste hervor (Fig 73 A, c), welche sich durch Querwände theilen und deren äusserste Enden zu den dick-keulenförmigen Schläuchen anschwellen, in denen durch freie Zellbildung acht Sporen entstehen (Fig. 73 A, d). Um die Schlauchbüschel herum bildet sich von benachbarten Myceästen aus eine sehr lockere Hülle.

Exoascus Pruni Fckl. verursacht die unter dem Namen „Taschen, Hungerzwetschen" etc. bekannte Missbildung der Pflaumen. Sein durch Querwände gegliedertes Mycel findet sich bereits vor der Erkrankung des Fruchtknotens in Blüthenstiel und Zweig. Im Fruchtknoten wuchert es zuerst nur in den Gefässbündeln, von diesen ins Parenchym und mit seinen letzten Verzweigungen en lich zwischen den Epidermiszellen bis in die Aussenwand derselben, wo es zwischen cuticularisirten Schichten und Cuticula eine einschichtige Lage bald dicht an einander schliessender Zellen erzeugt (Fig. 73 B, a). Diese strecken sich senkrecht zur Oberfläche zu den achtsporigen Schläuchen, welche die Cuticula (Fig. 73 B, b bei *) sprengen und emporheben und den zarten Flaum der nun bald abfallenden steinlosen Tasche bilden, deren ganze Entwickelung oft in 14 Tagen vollendet ist. Die Sporen sprossen (oft schon innerhalb des Schlauches) hefeartig aus. Wie sie wieder die Ansteckung bewirken, ist unbekannt.

Taphrina aurea Tul. bildet auf Pappelblättern gelbe Anflüge.

2. Unterordnung. Erysiphei.

350. (Fam. 25) Erysiphei. Die Mehlthaupilze bewohnen die Oberfläche grüner Organe, vorzüglich der Blätter der Dicotyledonen. Ihr Mycelium, welches in die Epidermis verschieden geformte Haustorien sendet, bedeckt diese mit einem weissen, spinnewebartigen Ueberzuge. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch Conidien, welche auf senkrecht sich erhebenden Mycelästen reihenweise, wie bei Cystopus (§ 320), abgeschnürt werden. Die Geschlechtsorgane sind in Form und Grösse ungleich. Sie entspringen als kleine Seitenzweige von zwei verschiedenen Mycelästen an der Kreuzungsstelle derselben, das Carpogonium gewöhnlich vom unteren Aste. Dasselbe ist eiförmig und wird über der Basis durch eine Querwand abgegrenzt (Fig. 74 A, c). Das schlankere, auch durch Querwand von seinem Tragaste abgegrenzte Pollinodium schmiegt sich dem Carpogon fest an und legt sich mit seinem Ende über den Scheitel desselben; letzteres wird durch eine Querwand abgegliedert und ist der eigentliche

Fig. 74

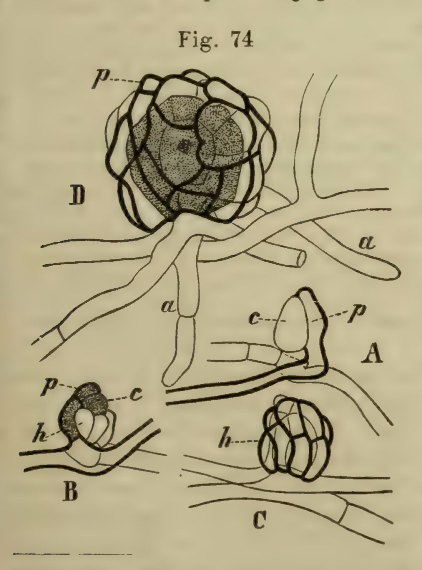


Fig. 74. Erysiphe Cichoracearum (Vergr. 390) nach De Bary. A Anlage der Geschlechtsorgane. B Anlage des Peritheciums C Dasselbe schon geschlossen. D Halbreifes Perithecium, welches den Inhalt durchscheinen lässt. — p Pollinodium, c Carpogonium, h Hüllschläuche des Peritheciums, a Anhängsel desselben.

befruchtende Theil (Fig. 74 A, p). In Folge der Befruchtung sprossen unter der Basalwand des Carpogons acht bis neun Hüllschläuche hervor, welche die Geschlechtsorgane umwachsen und, sich durch Querwände gliedernd, eine vielzellige Hülle, das Perithecium, bilden (Fig. 74 B, C: h). Anfänglich wächst das Perithecium rascher; der zwischen ihm und dem Carpogon sich bildende Zwischenraum wird von Aesten ausgefüllt, welche von der Innenfläche des Peritheciums entspringen und ein zelliges, später wieder verschwindendes, sogenanntes Füllgewebe bilden. (Fig. 74 D, die zweite Zellenlage). Das vom Perithecium eingeschlossene Carpogon erzeugt entweder nur einen eiförmigen Schlauch, welcher als Ende des Carpogons vom unteren Theile desselben durch eine Querwand abgeschnitten wird. Oder das Carpogon wächst zu einem längeren, gekrümmten Faden aus, der sich durch Querwände gliedert und von dessen einzelnen Zellen Schläuche entspringen, so dass das Perithecium mehrere Schläuche enthält. Die Zahl der in einem Ascus gebildeten Sporen beträgt für die einzelnen Arten 2—8. Das reifende kugelige Perithecium, dessen Wände sich verdicken und bräunen, entwickelt gewöhnlich aus seinen Zellen noch mycelartige Schläuche, die auf dem Substrate hinkriechen (Fig. 74 D, a), oder haarartige Bildungen sehr verschiedener Form (Appendiculae). Manche Arten reifen dasselbe erst auf den verwesenden Pflanzentheilen; geöffnet wird es durch unregelmässiges Zerreissen oder Verwesung.

351. Die eigentlichen Erysipheen sind zum Theil schädliche Parasiten verschiedener Culturpflanzen. Sie befallen entweder nur eine einzelne Art, oder kommen auf mehreren oder wohl auch auf den verschiedensten Familien vor. Die wichtigsten Formen sind;

Podosphaera. Perithecium mit einem achtsporigen Ascus. Appendiculae wiederholt und regelmässig zweitheilig. P. Kunzei auf den Blättern der Pflaume und Schlehe.

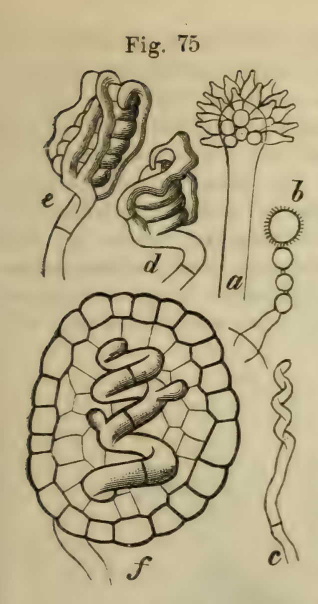
Sphaerotheca. Perithecien mit einem achtsporigen Schlauche. Appendiculae mycelartig. S. pannosa auf Rosen und Pfirsichen. S. Castagnei auf Compositen, Rhinanthaceen, Cucurbitaceen, Rosaceen, Hopfen etc.

Erysiphe. Perithecien mit mehreren 2—8sporigen Schläuchen. Appendiculae sehr verschiedenartig geformt und dadurch die Untergattungen Phyllactinia, Uncinula, Calocladia, Trichocladia etc. bedingend. — E. Tuckeri, der Traubenpilz, bewohnt mit seiner allein bekannten Conidienform (dem früheren Oidium Tuckeri) den Weinstock und verursacht die berüchtigte Traubenkrankheit, zu deren Bekämpfung man das Bestreuen der befallenen Theile mit Schwefelblüthen mit Erfolg anwendet. E. communis auf Papilionaceen, Ranunculaceen, Convolvulaceen etc. E. lamprocarpa auf Compositen (Scorzonera hispanica), Borragineen u. s. w. E. Umbelliferarum auf Umbelliferen. E. Berberidis auf Berberitzen. E. Aceris auf Ahorn. E. guttata auf Cupuliferen, Pomaceen etc.

Im Mycelium vieler Erysipheen lebt ein parasitischer Pyrenomycet, die Gattung Cicinnobolus.

352. Die Gattung Eurotium bildet in ihrer Conidienform einen der gemeinsten Schimmel, der früher als Aspergillus beschrieben wurde. Die Conidienträger desselben besitzen auf ihrem kopfig angeschwollenen Ende zahlreiche Ausstülpungen, die fast wie Spielkegel aussehen und Sterigmen genannt werden (Fig. 75 a). Diese schnüren die Conidien reihenweise so ab, dass die unterste Conidie die jüngste ist (Fig. 75 b). Das weibliche Organ ist korkzieherartig gewunden (Fig. 75 c); seine Spiralwindungen schliessen zur Zeit der Befruchtung durch das Polinodium dicht zusammen (Fig. 75 d). Letzteres ist ein aus der untersten Spiralwindung des Carpogons entspringender Schlauch, der am Carpogon emporwächst, mit seiner Spitze sich hakenförmig der obersten Windung desselben anlegt (Fig. 75 d) und die Befruchtung dadurch vermittelt, dass das Wandstück der Berüh-

Fig. 75



rungsstelle beider Organe resorbirt wird. Aus dem unteren Theile des Carpogons entspringen dann Hüllschläuche, welche wie bei Erysiphe ein Perithecium und Füllgewebe bilden (Fig. 75 d—f). Innerhalb desselben lockert sich die Spirale des Carpogons wieder. Dasselbe zerfällt durch Querwände in eine Anzahl Zellen, aus denen dann die kurzen, dicken, achtsporigen Schläuche hervorsprossen (Fig. 75 f), welche das sich lösende Füllgewebe verdrängen. Perithecien und Mycelium bedecken sich während dessen, erstere mit einem gelben, letzteres mit rothem Ueberzuge aus wahrscheinlich harz- oder fettartigen Stoffen. Die Schlauchmembranen werden bei der Reife der Sporen gelöst. Letztere haben linsenförmige Gestalt und liefern bei der Keimung wieder Conidien tragendes Mycelium.

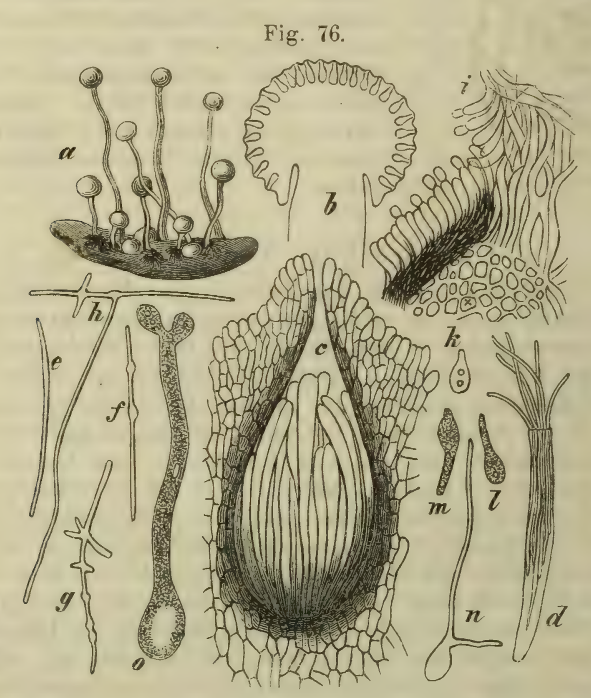
3. Unterordnung. Pyrenomycetes.

353. Die Kernpilze bieten eine Reihe von Eigenthümlichkeiten in ihrer Entwickelung, die an derjenigen des Mutterkornes (Claviceps purpurea) erläutert werden sollen. Dieser Parasit tritt in der Blüthe der Gräser, namentlich des Roggens, als ein weisslicher Schimmel auf, dessen Mycel den jungen Fruchtknoten von unten auf umspinnt und in diesen eindringt. Auf kurzen Aesten erzeugt dasselbe eiförmige Conidien (Fig. 76 i), welche zu einem Keimschlauche auswachsen (k—n), oder auf dem Ende eines kurzen Schlauches secundäre Conidien abschnüren (o), die ihrerseits erst keimen. Diese früher als Sphacelia segetum beschriebene Conidienform sondert ein kleberiges, süssliches Secret, den sogenannten Honigthau ab, der manchmal in Tropfen zwischen den Blüthentheilen hervorquillt, von Insekten begierig aufgesucht wird und daher zur Verbreitung der in ihm liegenden Conidien beiträgt. Hat das die Conidien erzeugende Mycelium den Höhepunkt seiner Entwickelung erreicht, so bildet es, abermals von unten auf, zahlreiche sich dicht zu einem pseudoparenchymatischen Gewebe durcheinander schlingende Aeste (i), die einen allmälig emporwachsenden, gewöhnlich hornartig gekrümmten Körper, das sogenannte Mutterkorn, erzeugen. Dieses ist ein Dauermycelium, ein Sclerotium, dessen äussere Zellenlagen ihre Wände violett bis violettschwarz färben, dessen Inhalt reichlich Fett enthält, und das im Stande ist, zu überwintern Im nächsten Frühjahre wachsen aus ihm die Fruchtkörper hervor, deren Anlage von inneren Hyphengruppen ausgeht und welche die Rinde des Sclerotiums durchbrechen. Sie stellen gestielte Köpfchen (a) dar, die aus zahlreichen durch einander

Fig. 75. Eurotium herbariorum. a. Das Ende eines Conidienträgers mit Sterigmen. — b. Sterigma mit Conidienkette. — c Junges Carpogon. — d und e. Weitere Entwickelungsstadien desselben. f Junge Frucht mit beginnender Schlauchbildung. Vergr. 300. Nach De Bary.

geschobenen Pilzhyphen zusammengesetzt sind und unter ihrer höckerigen Oberfläche zahlreiche eingesenkte Perithecien entwickeln. Diese sind flaschenförmige Behälter mit enger, halsartiger Mündung (b, c). Ihre Wandung besteht aus einem dichteren, pseudoparenchymatischen Hyphengeflecht und in ihrem Grunde erzeugen sie aus zarten Hyphen (die das subhymeniale Gewebe bilden) ein Fruchtlager (Hymenium) von schlank-keulenförmigen Schläuchen (c), die je acht fadenförmige Sporen (e), enthalten welche durch einen in der Spitze des Schlauches entstehenden Riss frei werden (d). Die Sporen keimen in der Weise, dass sie zuerst knotige Anschwellungen erhalten und aus diesen zarte Keimschläuche entwickeln (f—h). Gelangen die Sporen in die Blüthen von Gräsern, so erzeugen sie hier wieder die Conidienform des Pilzes.

Fig. 76.



354. Bei anderen Kernpilzen werden die Conidien nicht allein auf dem Mycelium entwickelt, sondern die sie abschnürenden Hyphen entspringen oft sogar aus den Perithecienwandungen. Manche Pyrenomyceten erzeugen auch grössere und kleinere Conidien.

Fig. 76. Claviceps purpurea. a Mutterkorn mit den Fruchtkörpern (nat. Gr.) — b Senkrechter Durchschnitt eines Köpfchens mit Perithecien (Vergr. 60). — c Ein Perithecium mit Sporenschläuchen (Vergr. 600). d Schlauch mit austretenden Sporen (Vergr. 600) — e Spore (Vergr. 600). — f—h Keimende Sporen (Vergr. 600). — i Mycelium mit Conidien und dem Anfange des Sclerotiums bei *. — k—n Keimende Conidien (Vergr. 360). — o Conidie, welche auf dem Keimschlauche Secundärconidien abschnürt (Vergr. 600). — Fig. c, d und i nach Tulasne, e—h und k—o nach Kühn.

Die Perithecien sind von sehr verschiedener Form. Sie entspringen entweder einzeln und frei dem Mycelium und besitzen dann auch derbere, gewöhnlich braune oder schwarze Wände aus einem mehr oder minder stark entwickelten pseudoparenchymatischen Hyphengeflechte. Oder sie sind, wie beim Mutterkornpilze, zu vielen einem gemeinsamen Fruchtkörper (Fruchtträger, Stroma) von sehr verschiedener Form ganz oder theilweise eingesenkt; in diesem Falle sind ihre Wände gewöhnlich schwächer ausgebildet. In einzelnen Fällen ist die Entwickelung der Perithecien auf Geschlechtsorgane zurückgeführt, die denen der Erysiphen ähnlich sind (Sphaeria, Sordaria). Die Sporen sind in den Schläuchen gewöhnlich zu achten enthalten; sie sind meistens einzellig, oft aber auch, wie auch die Conidien, durch Scheidewände gefächert Die Perithecien enthalten neben den Schläuchen häufig noch Haare (Paraphysen), die auch (als sogenannte Periphysen) die enge, entweder von Anfang an vorhandene, oder sich erst später bildende Mündung auskleiden.

355. Neben den Perithecien treten bei zahlreichen Kernpilzen auf dem Mycelium noch den Perithecien ähnlich gebaute, aber keine Sporenschläuche enthaltende Fruchtkörper auf. Diese werden als Pycniden bezeichnet, wenn sie in ihrem Inneren auf dicht neben einander stehenden Sterigmen den Conidien ähnliche Zellen von oft zweierlei Grösse (Stylosporen) abschnüren, welche keimungsfähig sind und neues Mycelium erzeugen. Spermogonien heissen sie, wenn die in ihnen in ähnlicher Weise abgeschnürten Fortpflanzungszellen (Spermatien) nicht keimfähig sind. Die Bedeutung der oft als männliche Organe betrachteten Spermatien ist räthselhaft. Immer bezeichnen die Perithecien mit ihren Schlauchsporen den Höhepunkt der Entwickelung; von den anderen Fortpflanzungsorganen kann eines oder das andere im Entwickelungsgange fehlen. Letztere wurden früher als besondere Gattungen beschrieben. In manchen Fällen sind es vielleicht die Fruchtorgane parasitischer Pilze.

356. Die Pyrenomyceten kommen sowohl als Saprophyten, wie auch als Parasiten vor. Viele befallen mit ihrer Conidienform noch lebende Pflanzentheile als echte Parasiten, um ihre Perithecien erst zu entwickeln, wenn das Substrat bereits in Verwesung übergeht (z. B. Polystigma). Manche Kernpilze schmarotzen auch auf Insekten (Cordiceps). Einige wichtige Formen sind folgende:

A. Simplices. Perithecien frei.

Sphaerella: sehr kleine, mit unbewaffnetem Auge kaum sichtbare, kugelige Perithecien unter der Epidermis frischer oder verwesender Blätter. S. Mori auf Maulbeerbäumen schädlich (die Spermogonien als Septoria Mori). S. maculiformis auf Eichen. — Sphaeria: In Blättern und Rinden. S. pustula auf Eichenblättern. — Stigmatea Fragariae auf Erdbeerblättern. — Gnomonia, Ceratostoma, Calosphaeria, Rhaphidospora etc. mit schnabelartiger Mündung des Peritheciums: G. fimbriata auf Blättern von Carpinus, G. tubaeformis auf Erlenblättern, Cerat. rostrata auf faulem Holze, Cal. princeps mit sehr grossen Perithecien auf Stämmen von Pflaumen und Kirschen, R. rubella auf faulenden, krautigen Stengeln. — Sordaria, Sporormia: auf Mist. — Pleospora herbarum ist einer der gemeinsten Pyrenomyceten, dessen Conidienform (Cladosporium herbarum) krautige Organe als olivengrüner Schimmel überzieht. — Fumago: schwarze, russartige Ueberzüge auf Blättern bildend. — Dilophospora: Sporen an beiden Enden mit einem federartigen Anhängsel; auf Gräsern.

357. B. Compositi. Viele Perithecien einem gemeinsamen Stroma eingesenkt.

Xylaria: Fruchtkörper keulig, einfach oder verzweigt: X. polymorpha an Baumstümpfen. — Claviceps: siehe § 353. C. purpurea in Grasblüthen. Das giftige Mutterkorn officinell (Secale cornutum — Bestandtheile: fettes Oel, Ecbolin, Ergotin). — Cordiceps: Mycelium in lebenden Insektenlarven; Conidienform früher als Isaria beschrieben;

Fruchtkörper wie bei Claviceps oder keulenförmig, aus der todten Larve oder der Puppe hervorbrechend; C. militaris, cinerea etc. auf Raupen. Botrytis Bassiana ist die Conidienform eines mit C. militaris verwandten Pilzes, der die als Muscardine bekannte Krankheit der Seidenraupe erzeugt. — Ustulina bildet spröde, schwarze Krusten mit kleinen Warzen. U. vulgaris an Baumstümpfen. — Epichloë: weissliche bis ockergelbe Flecken auf den Blattscheiden von Gräsern. E. graminis. — Polystigma: das die Spermogonien entwickelnde Mycel von P. rubrum veranlasst auf Kirschen- und Pflaumenblättern die sogenannten Fleischflecken (Lohe); die Perithecien reifen im Laufe des Winters in den abgefallenen Blättern. — Hypoxylon coccineum bildet erbsengrosse, rothbraune Pusteln an Stämmen der Buche. — Valsa: Warzen auf abgestorbenen Zweigen bildend, denen die Perithecien eingesenkt sind; V. nivea weiss, mit schwarzen Perithecien. — Nectria cinnabarina bildet auf Rinden warzige, rothgefärbte Lager; Tubercularia vulgaris ist die an alten Zweigen in Form rother Knöpfchen erscheinende Conidienform.

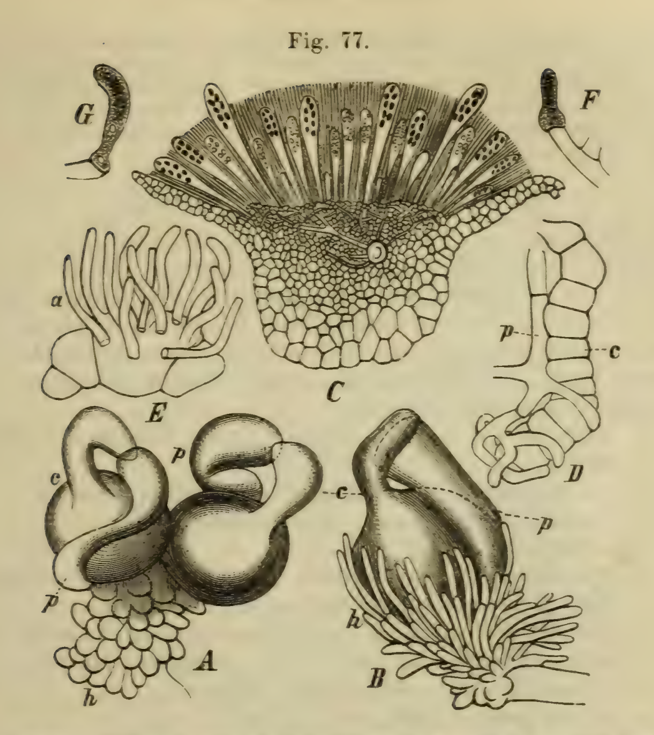
4. Unterordnung. Discomycetes.

358. Die Scheibenpilze unterscheiden sich von den Kernpilzen nur dadurch, dass ihr Hymenium auf der Oberfläche becher-, scheiben- oder hutpilzförmiger Fruchtkörper ausgebreitet ist. Sonst sind sie ihnen in der Art der Entwickelung der Schläuche und Sporen, in dem Vorkommen von Conidienformen, Sclerotien und Spermogonien, manchmal auch von Pycniden, gleich und bei manchen kennt man Fruchtkörper mit zweierlei, in der Grösse verschiedenen Ascosporen. — So entwickelt Peziza Fuckeliana ihre früher als Botrytis cinerea beschriebenen Conidienträger; sie überwintert als Sclerotium, wie Claviceps, und erzeugt dann aus diesem die Ascosporen bildenden Fruchtkörper, Conidien dagegen, wenn die Sclerotien unmittelbar (ohne Ruheperiode) zur Weiterentwickelung getrieben werden.

Geschlechtsorgane sind bei Arten von Peziza und Ascobolus bekannt. Bei Ascobolus ist das weibliche Organ ein eigenthümlich umgestalteter, raupenartiger Mycelast (Scolecit — Fig. 77 D, c), welcher von dem schlanken, verzweigten, einem anderen Mycelaste entspringenden Pollinodium (Fig. 77 D, p) in seinem vorderen Theile umsponnen wird. Eine der mittleren Zellen des Carpogons schwillt in Folge der Befruchtung an und während die Geschlechtsorgane von unter ihnen entspringenden, sich in einander schlingenden Myceliumästen mit einer den Fruchtkörper bildenden Hülle umgeben werden, die bald pseudoparenchymatische Structur erhält, wachsen von der betreffenden Zelle aus sich wiederholt verzweigende (ascogene) Hyphen empor (Fig. 77 E), welche an ihren letzten Verzweigungen die Schläuche bilden, indem eine keulige Anschwellung derselben durch eine Scheidewand abgegrenzt wird (Fig. 77 F und G; Fig. 12 d und e im § 55). Zwischen den Schläuchen entwickeln sich als die Endigungen anderer Hyphen zahlreiche Paraphysen. Der anfänglich kugelige und geschlossene Fruchtkörper öffnet sich dann an seinem Scheitel und erhält so Becherform (Fig. 77 C).

Bei Peziza stehen Carpogonien und Pollinodien in Rosetten beisammen. Erstere sind birnen- bis kugelförmige Zellen, welche auf ihrem Scheitel häufig einen (Copulations-) Fortsatz entwickeln (Fig. 77 A und B, c). Die Pollinodien sind schlankere, unterhalb der weiblichen Organe entspringende Aeste (Fig. 77 A, B: p), die mit ihrer Spitze sich dem Fortsatze der letzteren anlegen oder von diesem hakenförmig umwachsen werden. Nach der Befruchtung sprossen unterhalb der Geschlechtsorgane zahlreiche Schläuche hervor (Fig. 77 A, B: h), welche die Fruchthülle bilden, während die ascogenen Hyphen dem Carpogon entspringen.

Fig. 77.



359. Die wichtigsten Familien der Scheibenpilze mit einigen wichtigeren Formen sind:

(Fam. 26.) Phacidiacei. Fruchtkörper klein. hart. schwarz. oblong oder lineal. oft gewunden, mit Längsspalte geöffnet. Auf trockenen Zweigen und Blättern. — Hysterium quercinum auf Eichenzweigen gemein. H. macrosporum auf Nadeln der Fichte. die Fichtennadelbräune verursachend. H. nervisequium auf Nadeln der Weisstanne: verursacht wie vorige Bräunung und Abfallen derselben. — Rhytisma acerinum: die Spermogonien im Sommer in Gestalt hirnartig gerunzelter. schwarzer Flecken auf Ahornblättern gemein, die Perithecien im Frühlinge auf verwesenden Blättern. — Phacidium Medicaginis auf Blättern von Medicago. — Stictis ocellata auf dürren Zweigen der Zitterpappel.

(Fam. 27.) Discomycetes genuini. Fruchtkörper scheiben- oder becherförmig. — Cenangium Ribis, schwärzliche Fruchtkörper auf Rinde von Ribes rubrum. — Peziza: auf Erde oder faulenden Pflanzentheilen, seltener echte Parasiten. P. aurantiaca, grosse. orangerothe Scheiben auf lehmiger Erde. P. hemisphaerica. braun. auf Erde. P. granulata, orangefarben, auf Kuhmist. P. ciborioides (Kleekrebs) schmarotzt mit ihrem Mycelium im Klee, tödtet diesen und entwickelt dann vom November bis April in und auf den faulenden Pflanzen in sehr grosser Menge die schwarzen Sclerotien, aus denen im Juli oder August die lang gestielten, braunen Fruchtbecher hervorbrechen, deren Sporen aufs Neue Ansteckung des Klees bewirken. P. sclerotiorum schmarotzt im Raps und entwickelt ihre Sclerotien in den Rapsstoppeln. P. Willkommii verursacht den Lärchenrindenkrebs. — Ascobolus furfuraceus auf Kuhmist gemein. — Calloria Urticae bildet rothe Scheiben auf verwesenden Stengeln von Urtica. — Bulgaria inquinans, dunkelbraun. auf abgestorbenen Buchen- und Eichenstämmen.

Fig. 77. A und B Geschlechtsorgane von Peziza confluens (Vergr. 380) nach Tulasne. — C–G Ascobolus furfuraceus nach Janczewski. C Reifer Fruchtkörper im Längsschnitt (Vergr. 70). D Geschlechtsorgane. E Erstes Entwickelungsstadium der ascogenen Hyphen. F und G Junge Schläuche. Vergr. von D. F, G=490, E=330. c Carpogon, p Pollinodium, a ascogene Hyphen, h sterile Hüllschläuche.

(Fam. 28.) Helvellacei. Grosse Fruchtkörper von der Gestalt der Hutpilze. Morchella (Morchel): Stiel hohl; Hut kegelförmig, auf der schlauchtragenden Oberfläche netzig- runzelig. Essbar. — Helvella (Lorchel): Hut unregelmässig wellig-gelappt und gefaltet. H. esculenta u. a. Arten sind essbar. — Verpa: Hut glockenförmig, glatt. — Spathularia: Fruchtkörper eine flache, spatelförmige Keule. — Geoglossum: Fruchtkörper eine elliptische Keule.

5. Unterordnung. Lichenes.

360. Die Flechten, früher als selbstständige, den Pilzen und Algen gleichwerthige Gruppe betrachtet, sind Schlauchpilze, welche auf Algen schmarotzen und deren Mycelium die Algenzellen oder Gruppen derselben so umspinnt und mit ihnen verschmilzt, dass letztere als Theile des Flechtenthallus erscheinen, die man Gonidien nennt. Als solche Gonidien treten nur niedere Algen, namentlich einzellige, auf. Es sind vorzüglich:

A. Algen mit reinem Chlorophyll
   1. Palmellaceen bei den meisten Laub-, Strauch- und Krustenflechten.
   2. Chroolepideen — Graphideen, Verrucarieen, Roccella.
   3. Confervaceen — Coenogonium, Cystocoleus.

B. Cyanophyceen.
   4. Chroococcaceen — meistens in Gallertflechten (Omphalaria, Enchylium, Synalissa, Phylliscium, Psorotrichia etc.).
   5. Nostocaceen — meistens in Gallertflechten (Collema, Leptogium, Obryzum, Mallotium etc. — Peltigera, Pannaria).
   6. Scytonemaceen — Porocyphus, Heppia.
   7. Rivularieen -- Lichina.
   8. Sirosiphoneen — Ephebe, Spilonema, Polychidium.

361. Im Flechtenthallus sind daher die Elemente des Pilzes von denen der Alge (Gonidie) zu unterscheiden. Wo der Bau des Thallus ein sehr einfacher ist, wie bei Coenogonium, da umspinnen die Pilzhyphen die Alge, hier eine Cladophora, einfach in der Weise, dass sie auf der Oberfläche derselben eine mehr oder minder zusammenschliessende Hyphenschicht bilden, die meistens nur eine Lage stark ist und nur stellenweise, namentlich an den Orten der Fruchtbildung, zu grösseren Massen anschwillt. Bei Ephebe wächst der Pilz in der Gallertmembran des die Gonidien bildenden Sirosiphon in den jüngeren Theilen zuerst oberflächlich fort; später treten aber auch Hyphen zwischen die Zellen ins Innere der verzweigten Alge ein und umwuchern die Zellen derselben von allen Seiten. In beiden Fällen sind aber die Gonidien im Verhältniss zu den Pilzhyphen diesen an Masse gleich oder fast gleich; auch treten sie durch den ganzen Thallus ziemlich gleichmässig vertheilt auf Dasselbe ist bei Gallertflechten wie Collema und anderen Gattungen der Fall, bei denen auch Hyphen und Gonidien gleichmässig durch den Thallus zerstreut liegen. Man bezeichnet derartige Flechten als homöomere Flechten.

362. Bei anderen Flechten, namentlich den Laub-, Strauch- und Krustenflechten, ist dagegen die Lage der Gonidien auf eine meist bestimmte Zone des Thallus beschränkt und das Hyphengeflecht des Pilzes zugleich in der Regel der Masse nach vorwiegend: heteromere Flechten. Auf senkrechten Durchschnitten durch den Thallus unterscheidet man dann bei Laubflechten (z. B. der gemeinen Wandflechte, Physcia parietina) gewöhn-

lich eine stark entwickelte obere Rinde, aus dicht durcheinander geschlungenen Hyphen gebildet, die ein pseudoparenchymatisches Gewebe darstellen (Fig. 78, or). Eine ähnliche untere Rindenschicht ist auf der dem Substrate zugewendeten Seite des Thallus vorhanden (Fig. 78, ur) und von dieser entspringen mehr oder minder zahlreiche Haftfasern oder Rhizinen: einzelne Hyphen oder Hyphenbündel, welche die Flechte an ihrer Unterlage befestigen (Fig. 78, r). Zwischen beiden Thallusschichten ist eine mittlere Schicht als ein meist sehr lockeres, viel Luft führendes Hyphengeflecht vorhanden, das man als Markschicht zu bezeichnen pflegt (Fig. 78, m); dieser

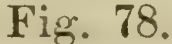
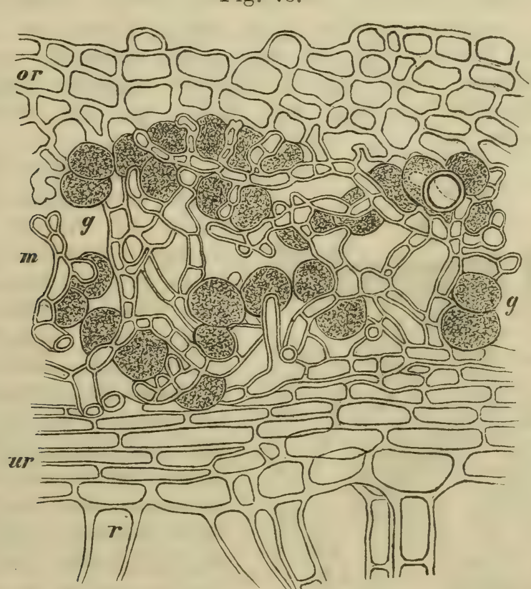


Fig. 78.



Schicht sind dann in der Regel die Gonidien eingebettet, bald gleichmässig durch dieselbe zerstreut (Fig. 78 m: g), bald in einer, gewöhnlich der oberen Rinde genäherten Schicht. Die Krustenflechten zeigen zum Theil einen ähnlichen Bau, nur fehlt ihnen meistens die untere Rindenschicht. Bei den aufrecht wachsenden Strauchflechten, deren Aeste mehr oder minder cylindrisch sind, sind auch Rinde, lockere Hyphenschicht und Gonidienzone jede als Cylindermantel vorhanden (z. B. bei Usnea u. a.); das Centrum des Thallus wird dann oft wieder durch ein Pseudoparenchym von Hyphen gebildet (Usnea), oder der Thallus ist hohl.

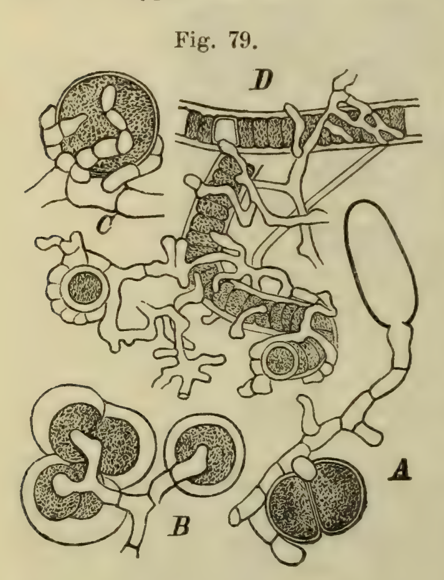
363. In einem derartigen Thallus tritt auch das Verhältniss der Hyphen zu den Gonidien wieder deutlich hervor. Letztere liegen entweder in einer gleichmässigen Schicht oder nesterweise. Die Hyphen des Pilzes umspinnen nicht allein die Oberfläche der Gonidiengruppen und verschmel-

---

Fig. 78. Querschnitt durch den Thallus von Coccocarpia molybdea (Vergr. 650) nach Bornet. — or obere Rindenschicht, ur untere Rindenschicht, m Markgewebe, g Gonidien, r Rhizinen.

zen hier mit einzelnen Algenzellen; sie dringen auch ins Innere der Gonidiennester ein, oder wachsen bei gewissen Gonidien (Gloeocapsa) in die Gallerthüllen der einzelnen Zellen. Werden dann Gonidiengruppen aus dem Thallus isolirt, so bekommt man gleichzeitig Reste anhaftender Hyphen oder Gruppen von Gonidien und Hyphen, wie die in Fig. 79 B—D dargestellten. Cultivirt man derartige aus dem Thallus befreite Gonidien im Wasser, so geht alles, was Pilz ist, zu Grunde, die Alge aber führt unter geeigneten Vegetationsbedingungen ein selbstständiges Leben weiter und bildet z. B. Schwärmzellen, wie die in der bezeichneten Weise cultivirten Gonidien von Physcia, Cladonia u. A. beweisen. Im Flechtenthallus vermehren sich die Gonidien nur durch Theilung. Bei manchen Flechten schreiten dabei die Gonidien den umspinnenden Pilzhyphen voran (Ephebe); bei den meisten jedoch sind am Rande des Thallus oder an der Spitze der Aeste die Hyphen im Wachsthum vorauf und die rückwärts liegenden Gonidien rücken unter fortwährender Theilung ihrer Zellen mit dem weiteren Wachsthum der Hyphen vor.

Fig. 79.



Häufig werden bei sehr rascher Vermehrung der Gonidien ganze von Hyphen umsponnene Gruppen derselben aus der in Folge des von Innen her wirkenden Druckes berstenden Rinde ausgestossen. Derartige Thallusstücke werden als Soredien bezeichnet. Sie entwickeln sich unter günstigen Bedingungen ausserhalb des Mutterthallus zu einem jungen Thallus und viele Flechten vermehren sich vorwiegend durch solche Soredien. Bei Usnea wachsen die Soredien bereits zum Thallus aus, wenn sie noch im Rindenspalte des Mutterthallus stecken. Sie bilden dann zahlreiche feine sogenannte Soredialäste.

364. Die Fruchtbildung der Flechtenpilze entspricht genau derjenigen der übrigen Ascomyceten; die als Apothecien (z. B. bei Physcia) bezeichneten Schlauchbehälter sind den Fruchtkörpern der Discomyceten, die Perithecien (von Verrucaria u. A.) genannten denen der Pyrenomyceten vollständig gleich. Die erste Anlage dieser Fruchtkörper geschieht im Inneren des Thallus. Hier sollen spiralig gewundene Hyphen auftreten, welche einen Fortsatz nach aussen senden, der durch Spermatien befruchtet wird (s. unten). Benachbarte Hyphen umspinnen dann die als Carpogon zu betrachtenden Schrauben, von denen die ascogenen Hyphen entspringen. Eine

Fig. 79. Flechtengonidien. A Keimende Spore von Physcia parietina auf Protococcus viridis (Vergr. 950). — B Synalissa symphorea mit Gloeocapsa (Vergr. 950). — C Cladonia furcata mit Protococcus (Vergr. 950). — D Stereocaulon ramulosum mit Scytonema (Vergr. 650). Nach Bornet.

die Schlauch- und Paraphysenschicht umhüllende dichtere Hyphenlage wird als Excipulum bezeichnet. Die den Sporenschläuchen ihren Ursprung gebenden Hyphen zeichnen sich vor den nur Paraphysen entwickelnden und sterilen Hyphen durch besondere Stärke und reicheren Inhalt aus; die Schicht der Frucht, in der sie verlaufen, ist die Subhymenialschicht. Erst später durchbricht der Fruchtkörper die Rinde des Thallus; derselbe bleibt dann entweder nackt, oder die emporgehobene und gesprengte Thallusrinde verschmilzt mit dem Excipulum zu einem das Apothecium napfartig umgebenden Rande. Durch starkes Wachsthum des unter dem Fruchtkörper gelegenen Thallusgewebes (des sogenannten Hypotheciums) wird derselbe oft gestielt (Calycium u. A.).

Die Schlauchsporen entstehen im Ascus meistens zu achten, seltener zu mehreren (Hunderte bei Acarospora, Bactrospora) oder weniger (1—2 bei Umbilicaria). Im Bau, der Keimung etc stimmen sie mit den Sporen der übrigen Schlauchpilze überein. Manche grosssporige Flechten entwickeln aus den Sporen zahlreiche Keimschläuche. Trifft der Keimschlauch einer Flechtenspore auf eine ihm zusagende Algenzelle, so wird diese von seinen Aesten umsponnen (Fig. 79 A) und damit der Anfang zum Thallus gemacht.

Spermogonien fehlen fast keinem Flechtenthallus. Sie werden neuerdings mit der Entwickelung des Fruchtkörpers (s. oben) in Zusammenhang gebracht.

365. Die langsam wachsenden Flechten leben meist gesellig auf Baumrinden, Steinen, an Felsen oder auf der Erde. Im hohen Norden überziehen sie oft grosse Strecken mit gleichmässigem Rasen (Lichenentundren aus Cetraria-, Cladonia-, Stereocaulon- und Cornicularia-Arten). Manche Arten sind über die ganze Erde verbreitet (Lecidea geographica, Lecanora subfusca, Cladonia rangiferina, Usnea barbata u. s. w.). Im Norden werden viele Arten als Nahrungsmittel und Viehfutter benutzt (Cladonia rangiferina, die Rennthierflechte). Officinell ist Cetraria islandica Ach. (Lichen islandicus, isländisches Moos — Bestandtheile: Bassorin, Cetrarsäure). Physcia parietina Fr. (Lichen parietinus, Wandflechte — Bestandtheile: Chrysophansäure, Vulpinsäure) und Sticta pulmonacea Ach. (Lichen pulmonarius, Lungenmoos — Stictinsäure) sind obsolet. Roccella tinctoria liefert Lackmus und Orseille; ebenso werden von anderen Arten (Lecanora sordida, L. parallela) Farbstoffe gewonnen. Lecanora esculenta (in den Steppen Asiens) war vielleicht die Manna der Israeliten.

366. Gewöhnlich werden die Flechten eingetheilt in

I. Lichenes heteromerici (§ 362). **Heteromere Flechten.**

A. Thamnoblasti. Strauchflechten. Thallus nur mit kleiner Fläche der Unterlage aufsitzend, aufrecht oder hängend, strauchartig, seine Zweige rund oder zusammengedrückt, ringsum berindet.

a. Discocarpi. Fruchtkörper wie bei den Discomyceten.

Fam. Usneaceae: Cornicularia, Bryopogon (B. jubatus — Bartflechte, in Gebirgswäldern gemein), Usnea (U. barbata — Bartflechte, gemein). — Cladoniaceae: Cladonia (C. rangiferina, Rennthierflechte, im Norden Tundren bildend), Thamnolia, Stereocaulon (S. tomentosum und paschale auf dürren Haiden, in Nadelwäldern). — Ramalineae. Ramalina und Evernia an allen Bäumen, alten Bretterwänden etc. Cetraria (C. islandica officin.). — Roccelleae: Roccella (R. tinctoria, Lackmusflechte).

b. Pyrenocarpi. Perithecien wie bei den Kernpilzen.

Fam. Sphaerophoreae: Sphaerophorus (S. coralloides in Gebirgen).

B. Phylloblasti. Laubflechten. Thallus laubartig auf der Unterlage ausgebreitet, dieser aber nur an wenigen Stellen angeheftet, so dass er sich ohne zu zerreissen loslösen lässt.

a. Discocarpi.

Fam. Peltideaceae: Nephroma, Peltigera (P. canina, Hundslederflechte), Solorina. — Parmeliaceae: Sticta (St. pulmonacea), Imbricaria, Parmelia, Physcia (P. parietina, die gemeine gelbe Wandflechte). — Umbilicarieae: Umbilicaria, Gyrophora.

b. Pyrenocarpi.

Fam. Endocarpeae: Endocarpon.

367. C. Kyroblasti. Krustenflechten. Thallus krustenartig, mit seiner ganzen Unterfläche dem Substrate so angewachsen, dass er beim Ablösen in Stücke zerbricht.

a. Discocarpi.

Fam. Lecanoreae: Pannaria, Psoroma (P. crassum auf Kalk- und Gypsboden gemein), Lecania, Lecanora (L. subfusca eine der gemeinsten Flechten auf Baumrinden), Icmadophila. — Urceolarieae: Aspicilia (A. calcarea auf Muschelkalk gemein), Urceolaria, Acarospora, Hymenelia. — Lecideae: Sarcogyne, Megalospora, Lecidea (L. enteroleuca, gemein auf Rinden, Holzwänden etc.), Thalloidima, Psora, Biatora. — Baeomyceae: Baeomyces (B. roseus . — Graphideae: Graphis- und Opegrapha-Arten (Schriftflechten) an Baumstämmen. — Calycieae: Calycium (C. citrinum an Sandsteinfelsen gemein).

b. Pyrenocarpi.

Fam. Pertusarieae: Pertusaria. — Verrucarieae: Verrucaria, Thelidium, Polyblastia.

II. Lichenes homoeomerici. Homöomere Flechten (§ 361).

A. Lichenes gelatinosi. Gallertflechten. Thallus im feuchten Zustande gallertartig.

a. Discocarpi.

Fam. Collemaceae: Collema, Leptogium, Synechoblastus. — Omphalarieae: Omphalaria, Synalissa. — Psorotricheae: Psorotrychia.

b. Pyrenocarpi.

Fam. Porocypheae: Porocyphus. — Obryzeae: Obryzum. — Lichineae: Lichina.

B. Byssacei. Thallus confervenartig-fädig: Ephebe, Spilonema, Coenogonium.

6. Unterordnung. Tuberacei.

368. Die grösseren Trüffeln sind unterirdische, knollenförmige Fruchtkörper, die auf einem fädigen, schimmelartigen, bei manchen Formen vielleicht perennirenden, später verschwindenden Mycelium entstehen. Die pseudoparenchymatische Rinde ist meistens derb, braun bis schwarz gefärbt, glatt oder warzig, das Innere des Fruchtkörpers ein mehr oder weniger lockeres, heller gefärbtes Hyphengeflecht, in welchem das sporenerzeugende Hymenium zahlreiche Kammern und Gänge auskleidet, so dass ein Querschnitt des Fruchtkörpers wegen der meist dunkelbraunen Färbung der Sporen wie marmorirt erscheint. Die Entwickelung des Fruchtkörpers ist nur bei dem gemeinsten hierher gehörenden Schimmel, dem Penicillium glaucum, bekannt. Das Mycelium dieses über die ganze Erde verbreiteten Pilzes lebt auf den verschiedensten Substraten, erzeugt aber meistens nur seine pinselförmig verzweigten Conidienträger (Fig. 80 A), welche auf jedem Aste eine ganze Kette von Conidien abschnüren. Die Fruchtkörper entstehen nur, wenn der Zutritt der atmosphärischen Luft zum Mycel wesentlich vermindert wird. Die Geschlechtsorgane (Fig. 80 B) erinnern in Form und Verhalten an die von Gymnoascus und Eurotium. Nach der Befruchtung entspringen aus dem Carpogon ascogene Hyphen, die sammt den Geschlechtsorganen von benachbarten Mycelfäden dicht umsponnen werden (Fig. 80 C). Die junge Fruchtanlage (Fig. 80 D) wächst allmälig zu einem kleinen kugeligen Fruchtkörper von der Grösse eines Sandkornes heran. Sie lässt dann eine aus stärker verdickten, pseudoparenchymatischen Zellen bestehende, braungelbe Rinde, erkennen und einen inneren Theil aus grösseren Zellen, in dem die stärkeren ascogenen Hyphen eingeschlossen liegen. Das umgebende Mycelium stirbt dabei bald ab; der entwickelte Fruchtkörper kann drei Monate eingetrocknet ruhen, ohne seine Keimkraft zu verlieren. Wird er nach dieser Zeit angefeuchtet, so theilen sich die ascogenen

Hyphen durch Querwände (Fig. 80 E, F: a). Ihre so erzeugten einzelnen Zellen treiben dann Sprosse, die sich gleich an der Basis theilen: ein dünnerer, sich verzweigender, scheidewandloser Ast (Fig 80 E, F: m) dient zur Ernährung, indem er in das Gewebe des Fruchtkörpers hineinwächst und dieses allmälig aufsaugt; ein stärkerer, sich ebenfalls vielfach verzweigender Ast (Fig. 80 E, F: s) gliedert seine Zweige durch viele Querwände und die einzelnen Zellen schwellen nun zu eiförmigen Schläuchen an, die daher in ganzen Ketten hinter einander sitzen und je acht Sporen entwickeln (Fig 80 G). Asci, ascogene Hyphen und das ganze Innere des Fruchtkörpers werden später gelöst und die Sporen liegen frei in der allein übrig bleibenden Rindenschicht. Die Sporen (Fig, 80 H, J) erzeugen bei der Keimung ein wieder Conidien entwickelndes Mycelium (Fig. 80 K).

369. Die Arten der Gattung Tuber (Trüffel) liefern eine sehr geschätzte Speise. T. cibarium (schwarze Trüffel — von der Grösse einer Kartoffelknolle, schwarz, mit breiten Warzen, innen weiss, bräunlich marmorirt), T. album (weisse T. — weissgelb, fast glatt) und T. griseum sind die häufigsten Arten. — Elaphomyces hat keine Kammern im Fruchtkörper; die zur Reifezeit sehr harte Rinde umschliesst eine fädige Masse mit staubförmigen schwarzen Sporen (E. granulatus und aculeatus).

Fig. 80.

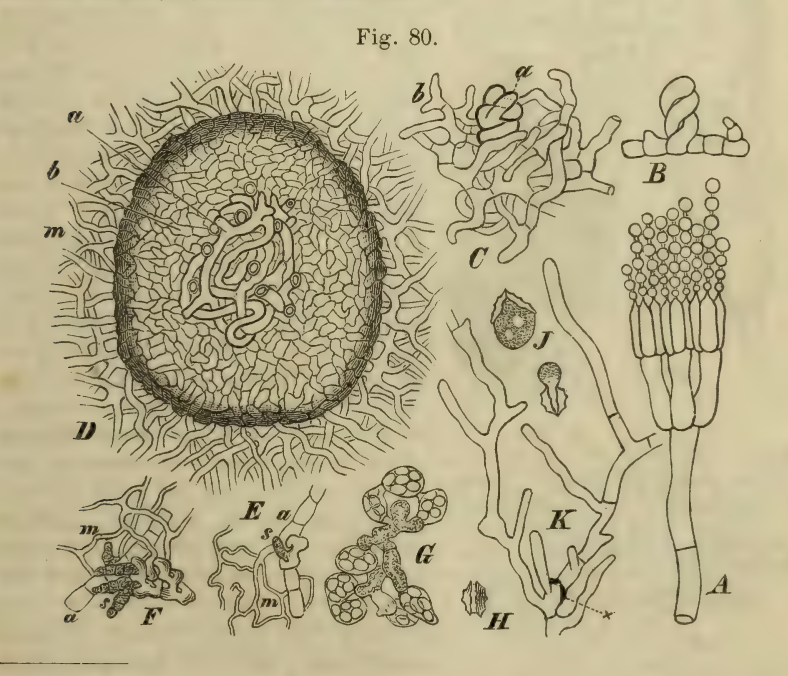
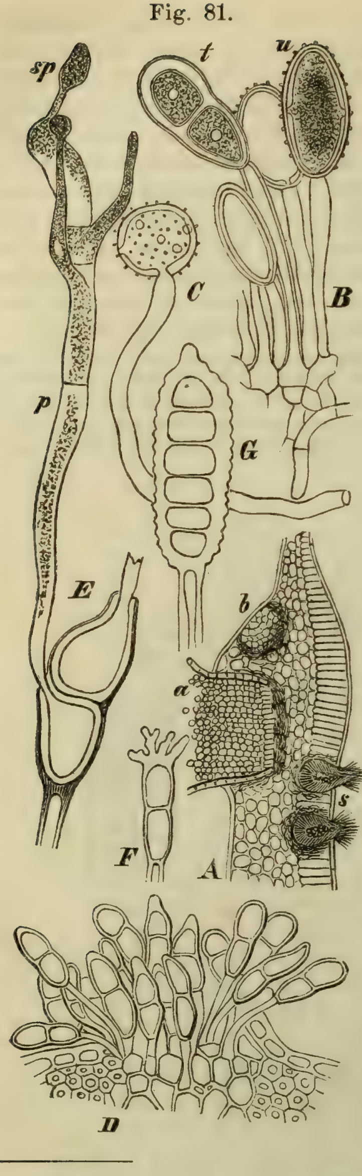


Fig. 80. Penicilium glaucum. A Conidienträger. — B Geschlechtsorgane. — C Anlage des Fruchtkörpers: a das sich weiter entwickelnde Carpogon, b sterile Fäden — D Sehr junger Fruchtkörper im Querschnitt: a ascogene Hyphen, b steriler Theil des Fruchtkörpers, m Mycelium. — E und F ascogene Hyphen (a) mit jungen Schlauchanlagen (s) und sterilen, mycelartigen Fäden (m) aus einem weiter entwickelten Fruchtkörper. — G Gruppe von Schläuchen mit Sporen. — H Spore. — J Keimende Sporen. — K Junges Mycelium, bei * die Spore. — Nach Brefeld. — Vergr. von A - G=630, H und J=800, K=400.

Fig. 81.



20. Ordnung. Aecidiomycetes.

370. Die Aecidiomyceten (Uredineen, Rostpilze) sind Parasiten, deren Mycelium innerhalb der Nährpflanze wuchert und diese mehr oder weniger dadurch in ihrem Wachsthum beeinträchtigt. Der eigenthümliche Entwickelungsgang der höchstentwickelten Formen kann durch einen Rost der Getreidearten, Puccinia graminis, veranschaulicht werden, dessen ganze Entwickelung nicht auf den Gramineen allein stattfindet, sondern erst auf der Berberitze (Berberis vulgaris) zum Abschluss kommt

Die für die Ueberwinterung bestimmten Wintersporen oder Teleutosporen dieses Pilzes sind gestielt und zweizellig (Fig. 81 D). Ihr derbes Exosporium ist braun gefärbt. Sie keimen im Frühlinge aus einer oder beiden Zellen, indem das Endosporium zu einem kurzen, zarten Schlauche, dem Promycelium, auswächst, welches an seinem Ende sich in drei bis vier Zellen gliedert, aus dem oberen Ende jeder Zelle einen pfriemenförmigen Fortsatz entwickelt und auf der Spitze dieser Sterigmen je eine Sporidie als blasige Anschwellung abschnürt (Fig. 81 E). Die Sporidien müssen zu ihrer Weiterentwickelung auf die grünen Organe (gewöhnlich die Blätter) der Berberitze gelangen, deren Epidermis sie mit ihrem Keimschlauche direct durchbohren. Im Gewebe der Berberitze erzeugen sie dann ein von gelben Oeltropfen erfülltes, ästiges Mycelium, das nach einiger Zeit unter der Epidermis Spermogonien und die sogenannten Aecidien entwickelt. Die ersteren sind flaschenförmige Behälter, welche mit enger Mündung die Ober-

Fig. 81. A Stück eines Querschnittes vom Blatte der Berberitze, mit Aecidium (a, b) und Spermogonien (s), schwach vergrössert und etwas schematisch. — B Sommer- (u) und Wintersporen (t): Vergr. 390. — C Keimende Sommerspore (Vergr. 390) — D Wintersporen auf einem Querschnitt des Queckenblattes. (Vergr 190). E Keimende Winterspore: p Promycelium, sp Sporidie (Vergr ca. 400). — A, B, D und E von Puccinia graminis, C von P. straminis. — F Winterspore von P. coronata (Vergr. 300). — G Winterspore von Phragmidium incrassatum (Vergr. 300). — B—D nach De Bary, E nach Tulasne.

haut des befallenen Organes durchbrechen und auf haarartigen Hyphen rundliche Spermatien abschnüren, deren Bedeutung unbekannt ist. Aus der Mündung der Spermogonien ragt ein pinselförmiger Büschel von Paraphysen hervor (Fig. 81 A, s).

371. Auf demselben Mycelium entspringen etwas später oder gleichzeitig die früher als eigene Gattung (Aecidium) beschriebenen Sporenfrüchte: becherförmige Behälter, deren Wand (Peridie) von einer Lage sechsseitiger Zellen gebildet wird und die im Grunde auf dichtgedrängten, senkrecht stehenden Myceästen, den Basidien, ganze Reihen von Sporen abschnüren (Fig. 80 A, a). Letztere sind anfänglich durch den gegenseitigen Druck polyëdrisch, später runden sie sich ab; in ihrem Inhalte führen sie röthliche Fetttröpfchen. Die jugendlichen Aecidien sind als rundliche, parenchymatische Gewebemassen (Fig 80 A, b) im Gewebe der Nährpflanze eingeschlossen; die Art ihrer ersten Anlage ist nicht sicher bekannt.

Die Keimung der Aecidiumsporen geschieht auf Gramineen. In diese wachsen die Keimschläuche durch die Spaltöffnungen der Epidermis hinein. Das von ihnen erzeugte Mycelium entwickelt nach höchstens acht Tagen bereits conidienartige Sommersporen, früher als eigene Gattung unter dem Namen „Uredo“ beschrieben und deshalb auch Uredosporen genannt. Die Sommersporen werden in ganzen Lagern unter der Epidermis angelegt und durchbrechen dann diese als die bekannten „Rostflecke“. Sie sind gestielt, oval, einzellig, auf dem Exospor mit kleinen Knötchen besetzt und durch Fetttröpfchen roth gefärbt (Fig. 81 B, u). Ihre Keimung erfolgt sofort, indem der Keimschlauch durch Löcher oder dünnere Stellen (Keimporen) des Exospors austritt (Fig. 81 C) und durch die Spaltöffnungen eindringend, neues, abermals Uredosporen erzeugendes Mycel entwickelt: die Sommersporen sind hauptsächlich für die Verbreitung des Pilzes bestimmt. Erst gegen Ende des Sommers entstehen in den Uredolagern allmälig die zweizelligen, der Puccinia angehörigen Wintersporen (Fig. 81 B, D: t).

Einen gleichen Entwickelungsgang haben die beiden anderen gemeinen Getreideroste: P. straminis, deren Aecidium auf Boragineen, und P. coronata, deren Aecidium auf Rhamnus vorkommt.

372. Eine Reihe von Rostpilzen zeichnet sich durch vom obigen Typus abweichendes Verhalten aus, indem bald die eine, bald die andere der für die Getreideroste charakteristischen Fortpflanzungszellen fehlt, oder diese sich in der Keimung anders verhalten, oder die ganze Entwickelung auf nur einer Nährpflanze durchlaufen wird. Für manche Formen ist allerdings die Gesammtentwickelung unbekannt. Man unterscheidet nach solchen Eigenthümlichkeiten folgende Familien und Gattungen.

(Fam. 29.) Puccinieae. Es sind (meistens) Spermogonien, Aecidien, Uredo- und Teleutosporen vorhanden. Die Teleutosporen sind frei, ihr Lager pulverig.

Puccinia: Teleutosporen zweizellig. 1. Heteröcische Formen: auf zwei verschiedenen Nährpflanzen. P. graminis Pers. Teleutosporenlager die Epidermis durchbrechend, Teleutosporen ohne Anhängsel, Aecidium auf Berberis. — P. straminis Fuck. Teleutosporenlager von der Epidermis bedeckt bleibend, Teleutosporen ohne Anhängsel, Aecidium auf Boragineen. — P. coronata Cd. Teleutosporen auf der Spitze mit Krönchen (Fig. 81 F), von der Epidermis bedeckt, Aecidium auf Rhamnus. Alle drei bilden die häufigsten Grasrostformen und sind auf Getreide manchmal sehr schädlich. — P. sessilis auf Phalaris arundinacea, Aecidium auf Allium ursinum. — P. Caricis auf Carex, Aecidium auf Urtica. — 2. Autöcische Formen: vollständige Entwickelung auf einer Nährpflanze (oder einzelne Stadien unbekannt). P. Helianthi auf Sonnenrosen. — P. Asparagi auf Spargel. — P. Dianthi Tul. macht dadurch eine eigenthümliche Ausnahme, dass ihre Teleutosporen sofort keimen, ihre Sporidien-Keimschläuche durch die Spaltöffnungen eindringen und wieder un-

mittelbar Teleutosporenlager erzeugen. P. Malvacearum verhält sich ähnlich, durchbohrt aber mit den Keimschläuchen die Epidermis.

Uromyces: Teleutosporen einzellig. U. Betae Tul. (autöcisch) auf Runkelrüben. — U. appendiculatus Lev. auf Luzerne, Saubohnen, Erbsen. — U. Phaseolorum Tul. auf Bohnen. — U. apiculatus Lev. auf Klee. Alle mehr oder minder schädlich.

Triphragmium: Teleutosporen dreizellig, die Scheidewände im Centrum zusammenstossend. T. Ulmariae.

Phragmidium: Teleutosporen mit 3—11 in einer Reihe liegenden Zellen (Fig. 81 G). — P. incrassatum auf Rosen.

Chrysomyxa. Nur mehrzellige Teleutosporen, die sofort keimfähig sind. Ch. Abietis erzeugt den schädlichen Fichtennadelrost.

373. (Fam. 30.) Roestelieae. Teleutosporen zweizellig, in Gallertlagern, die von den quellenden Stielen herrühren. Generationswechsel wie bei Puccinia. Gymnosporangium: G. fuscum DC. entwickelt die Uredo- und Teleutosporen auf den Zweigen von Juniperus Sabina, die Spermogonien und Aecidien auf Birnenblättern. Die Peridie der Aecidien ist mützenförmig, bis 3 Millim. lang, an den Seiten gitterartig zerschlitzt. — G. clavariaeforme Oerst. Die Teleutosporen etc. auf Juniperus communis, die Aecidien auf Apfel und Mispel.

(Fam. 31.) Melampsoreae. Teleutosporen zu einem festen Lager verschmolzen. Spermogonien und Aecidien fehlen.

Melampsora: Teleutosporenlager flach. M. salicina auf Weiden, M. populina und Tremulae auf Pappeln. M. Lini auf Linum catharticum; manchmal auch auf Flachs (L. usitatissimum) schädlich.

Cronartium: Teleutosporenlager säulenförmig. C. asclepiadeum an Vincetoxicum officinale.

(Fam. 32.) Aecidieae. Nur Aecidien und Spermogonien, oder die Zusammengehörigkeit mit anderen Formen unbekannt.

Endophyllum: die Aecidiumsporen entwickeln sofort Promycelium mit Sporidien. E. Sempervivi auf Sempervivum tectorum.

Aecidium: Die blasen- oder röhrenförmige Peridie sich unregelmässig öffnend. A. Pini, Kiefernblasenrost, schädlich auf Kiefern (soll als Aecidium zu Coleosporium Senecionis — Uredo — gehören). — A. elatinum verursacht die Hexenbesen von Pinus Abies.

Caeoma: ohne Peridie. C. pinitorquum, den Drehrost der Kiefer verursachend.

21. Ordnung. Basidiomycetes.

374. Der gemeinsame Charakter der Basidiomyceten liegt darin, dass sie ihre Sporen auf Basidien abschnüren, welche an der Oberfläche oder in Höhlungen des Fruchtkörpers ein dichtes Hymenium bilden. Diese Basidien sind keulenförmige Zellen, welche auf ihrem Scheitel 2—9 pfriemenförmige Sterigmen als Ausstülpungen desselben entwickeln, an denen dann die Sporen dadurch entstehen, dass die Sterigmaspitze blasig anschwillt und die wachsende Anschwellung durch Scheidewand als später leicht abfallende Spore (Basidiospore) abgegrenzt wird (Fig. 83 F, b).

In diese Gruppe gehören die stattlichsten Pilze, von denen man gewöhnlich den Fruchtkörper allein als Pilz anzusehen pflegt, da sich das im Humus, alten Holze etc. entwickelnde, meist zarte Mycelium dem Blicke leicht entzieht. Wie der Fruchtkörper angelegt wird, ist bis jetzt nur bei einigen Hymenomyceten bekannt. — Man unterscheidet vier Unterordnungen.

1. Unterordnung. Exobasidiei.

375. Diese Unterordnung wird durch die Gattung Exobasidium gebildet, welche der Gattung Exoascus unter den Ascomyceten entspricht, da sie keinen Fruchtkörper entwickelt, sondern ihre vier Sporen abschnürende Basidien unmittelbar auf dem Mycelium entstehen lässt (§ 349). E. Vaccinii schmarotzt in den Blättern und Stengeln von Vaccinium Vitis Idaea und verursacht Missbildungen derselben. Die zur Ausbildung gelangenden Basidien sprengen zuletzt die Epidermis. E Lauri befällt die jungen Schöss-

linge von Laurus Canariensis der canarischen Inseln und ruft an ihnen eigenthümliche, früher als Luftwurzeln beschriebene Umgestaltungen hervor.

2. Unterordnung. Tremellini.

376. Die an alten Baumstämmen und auf faulem Holze vegetirenden Gallertpilze besitzen ein Mycelium, das in eine aus gequollenen Membranlamellen hervorgegangene Gallerte eingebettet ist und unregelmässige, gelappte und gefaltete Häute bildet. Das die Basidien enthaltende Hymenium bedeckt die ganze Oberfläche. Die Basidien sind bei Hirneola lange protoplasmareiche, cylindrische Schläuche (Primärbasidien), die sich durch Querwände in 4—5 Zellen (Secundärbasidien) theilen, von denen jede ein die Spore abschnürendes, langes, pfriemenförmiges Sterigma (wie an den Promycelien der Teleutosporen von Puccinia — § 367) treibt. Bei Tremella, Exidia etc. zerfällt die fast kugelige Primärbasidie durch senkrechte Wände in vier wie Kugelquadranten gelagerte Zellen, von denen jede ein Sterigma entwickelt, und die sich vorher oft aus einander lösen, so dass sie einer Gruppe von vier getrennten Basidien gleichen.

Tremella mesenterica: goldgelb, an alten Zweigen. — Hirneola Auriculae Judae: napfförmig, runzelig, braun, unterseits graufilzig; an Sambucus nigra; früher als Fungus Sambuci officinell. —

3. Unterordnung. Gasteromycetes.

377. Das die Sporen erzeugende Hymenium der Bauchpilze entsteht im Inneren der meist kugeligen oder birnenförmigen, oft sehr grossen Fruchtkörper. Letztere besitzen eine äussere, derbe, meist aus verschieden differenzirten Schichten gebildete Rinde (die Peridie), und eine innere weichere Hyphenmasse (Gleba), welche gewöhnlich zahlreiche Kammern enthält (Fig 82 A), die vom Hymenium ausgekleidet werden. Bei der Reife des Fruchtkörpers löst sich die Gleba ganz auf oder zerfällt in ein die Sporen umschliessendes Capillitium (§ 298). Die Sporen werden durch Oeffnen der Peridie ausgestreut. Man unterscheidet drei Familien.

378. (Fam. 33.) Lycoperdacei. Eigentliche Bauchpilze mit grossem,

Fig. 82.

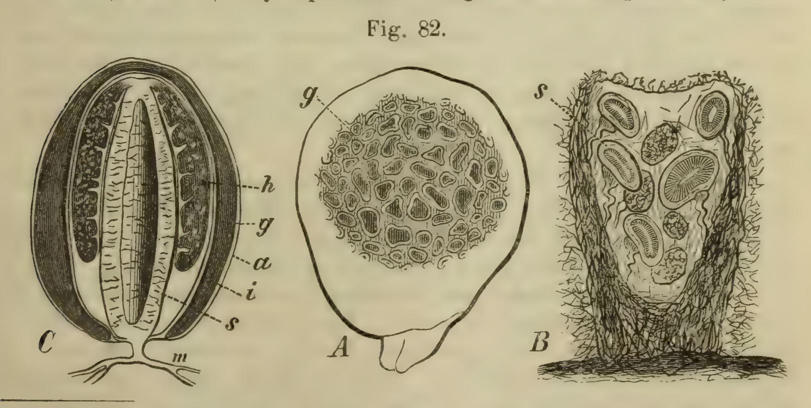


Fig 82. A Octaviana asterosperma, halbirt (Vergr. 5). — B Crucibulum vulgare, halbirt (Vergr. 4); s die Sporangien. — C Phallus impudicus, fast reif, halbirt, in halber Grösse; a äussere, g mittlere gallertartige, i innere Schicht der Peridie; h Hut, st Strunk, m Mycelium. —

meist kugeligem Fruchtkörper (Fig. 82 A), dessen Peridie sehr mannigfaltigen, oft complicirten Bau zeigt. Die Kammern der oft nur den oberen Theil des Fruchtkörpers einnehmenden Gleba sind durch Wände getrennt, deren mittleres, lockeres Hyphengeflecht man als Trama bezeichnet und deren Aussenschicht von dem basidientragenden Hymenium gebildet wird. Die Sporen werden gewöhnlich zu achten auf den Basidien abgeschnürt. Bei den Hymenogastern bleibt die Gleba bis zur Fruchtreife unverändert; bei Scleroderma löst sie sich in ein stehenbleibendes, vertrocknetes, brüchiges Netzwerk, bei Lycoperdon, Bovista und A. in ein Haufwerk einzelner Röhren und Hyphenstücke (Capillitium) auf, das als wollige Masse das Sporenpulver durchsetzt. Manche Arten sind essbar.

Lycoperdon: Peridie lederartig, sich am Scheitel unregelmässig öffnend, die äussere Schicht in Form von Warzen sich ablösend. L. gemmatum, gemeiner Bovist; L. areolatum, Hasenbovist — beide gemein. — Bovista: Peridie glatt, papierartig. B. gigantea (L. Bovista), oft ½ Meter im Durchmesser, früher als Fungus Chirurgorum gebräuchlich. — Scleroderma: Peridie korkartig. S. vulgare. — Geaster: Aeussere Peridienschicht sich mit zurückschlagenden Klappen sternartig öffnend, innere Schicht kugelig, oft kurz gestielt, an der Spitze mit Zähnen aufspringend. G. fornicatus in Nadelwäldern auf abgefallenen Nadeln. — Tulostoma: Fruchtkörper lang gestielt.

379. (Fam. 34.) Nidulariacei. Mycelium schimmelartig. Der Fruchtkörper von Crucibulum vulgare ist cylindrisch (Fig. 82 B), seine äussere Peridienschicht aus dichtverfilzten braunen Hyphen gebildet, mit Haaren dicht bedeckt und auf dem Scheitel fehlend. Das innere Gewebe des jungen Fruchtkörpers ist ein farbloses, lockeres Hyphengeflecht, von dem eine äussere Schicht zur inneren Peridie sich umbildet, während im Inneren sich kleine linsenförmige Körper, die sogenannten Sporangien (Fig. 82 B, s), differenziren. Diese sind mit der inneren Peridie durch einen gewundenen „Nabelstrang“ von parallel verlaufenden Hyphen verbunden; sie bestehen aus einer dichten Hülle verflochtener Hyphen, sind hohl und in der Höhlung mit dem Hymenium ausgekleidet. Das zwischen den Sporangien gelegene Gewebe wird nach und nach gallertartig gelöst, die den Scheitel überziehende innere Peridie allmälig während des Wachsthums gedehnt und endlich zerrissen. Der Fruchtkörper stellt nun einen Becher dar, in dem die an den Nabelsträngen befestigten Sporangien wie kleine Linsen liegen. — Nidularia unterscheidet sich durch sitzende Sporangien. — Sphaerobolus hat einen kugeligen Fruchtkörper, aus dem das einzige braune, etwa senfkorngrosse Sporangium bei der Reife weit fortgeschleudert wird.

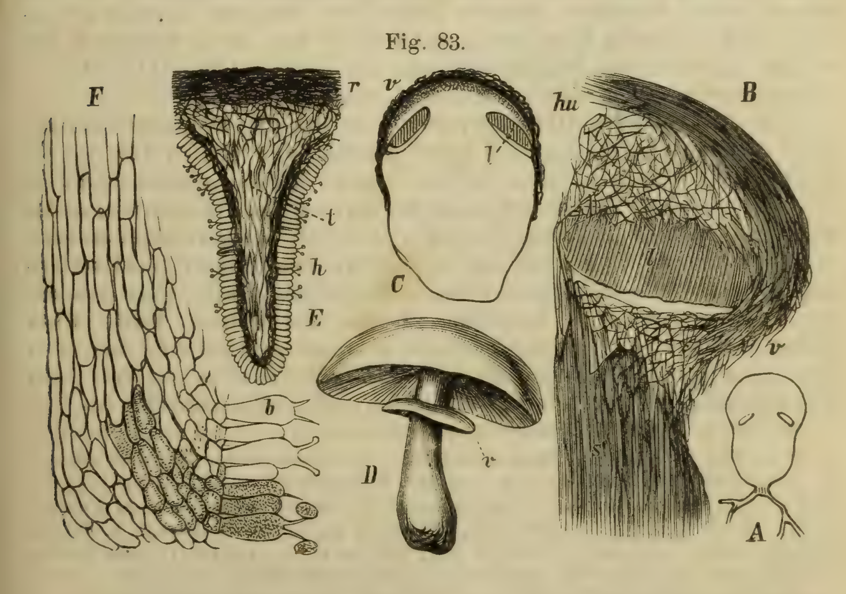
380 (Fam. 35.) Phalloidei. Die eiförmige, von einem bindfadendicken, strangartigen Mycelium entspringende Peridie differenzirt sich in eine dünne innere, eine äussere lederige und eine mittlere dicke Gallert-Schicht (Fig. 82 C). Die Gleba hat die Gestalt einer Glocke (Fig. 82 C, h); sie besteht aus einer inneren derben Schicht, der zahlreiche netzartig verbundene Wände aufgesetzt sind, welche die Gleba in Kammern theilen, in denen die zahlreichen schwarzgrünen Sporen entwickelt werden. Ein innerster Theil des Fruchtkörpers wird zu einem hohlen, schwammigen, stielartigen Träger (Fig. 82 C, s), der sich bei der Reife streckt, die Peridie durchbricht und die hautartige Gleba emporträgt, von der dann die Sporenmasse, indem die Hyphen gallertartig zerfliessen, wie ein zäher Schleim abtropft, so dass von der Gleba nur die innere, netzig-runzelige Schicht

zurückbleibt. Der Pilz erinnert dann in seiner Form lebhaft an die Morcheln. — Phallus impudicus in Wäldern, stark nach Aas riechend. — Clathrus besitzt eine kugelige, gitterförmig durchbrochene, meist feuerrothe innere Peridie; C. cancellatus in Südeuropa.

4. Unterordnung. Hymenomycetes.

381. Die Hutpilze besitzen entweder ein schimmelartiges, fädiges Mycelium; oder dieses besteht aus verzweigten Strängen und Bändern, die aus der Vereinigung vieler Fäden sich bilden. Im letzteren Falle dauert das Mycelium oft mehrere Jahre aus. Der verschieden gestaltete, bei den bekanntesten Formen einem Schirme gleichende Fruchtkörper beginnt bei den strangartigen Mycelien mit der Anlage eines Zweigbündels, bei den fädigen mit dem Auftreten eines oder mehrerer dicht nebeneinander entspringender, protoplasmareicher Aeste, die sich reich und schnell verzweigen und so Knäuel von Hyphen bilden, deren ursächliche Entstehung vor Kurzem auf die Copulation spermatienartiger (an Myceliästen entstehender) Gebilde mit Carpogonen ähnlichen Zellen anderer Aeste zurückgeführt wurde.

Fig. 83.



In dem jungen Hyphenknäuel, der sich durch Verzweigungen seiner Hyphen und deren Ineinanderschieben stetig vergrössert, differenzirt sich zunächst der aus annähernd parallel verlaufenden Hyphen gebildete Stiel oder Strunk, dessen an der Spitze gelegenen Hyphen unter reicher Ver-

Fig. 83 A Junger Champignon halbirt, nat. Grösse. — B Stück desselben im Längsschnitt, schwach vergr. — C Junger Fliegenschwamm halbirt, nat. Grösse. — D Ausgewachsener Champignon, verkleinert — E Querschnitt durch eine Lamelle des Champignon, schwach vergr. und schematisirt, und F ein Stück derselben (Vergr. 300). — v Schleier, l Lamellen, s Strunk, hu Hut, t Trama, h Hymenium, r Rindenschicht des Hutes, b Basidien.

zweigung radiär nach aussen wachsen und so die junge Hutanlage bilden (Fig. 83 B), deren Hyphen bald nach unten umbiegen und hier, am Rande des Hutes, mit aus dem Stiele entspringenden Hyphen sich zum sogenannten Schleier (velum partiale) verflechten (Fig. 83 A, B, v). Bei manchen Formen wird ein äusserer Theil des Hyphengewebes von der Bildung des eigentlichen Hutes und Stieles, namentlich des ersteren, ausgeschlossen. Dieser bildet dann mit dem vorher erwähnten Schleier eine allgemeine, über den ganzen Hut verlaufende Hülle (velum universale), die sich weit über den Stiel hinunterzieht (Fig. 83 C, v) und später bei der letzten Streckung von Hut und Stiel zu Warzen (Fliegenschwamm), Lappen, Haaren etc. auseinandergezerrt oder ganz abgestossen wird. Auf der Unterfläche des Hutes entstehen während dessen Auswüchse in Form radial verlaufender Lamellen (Fig. 83 B—D), oder in Gestalt von Röhren oder Stacheln, welche im Inneren von lockeren Hyphen (Trama — Fig. 83 E: t) durchzogen sind, die im Bogen nach aussen verlaufen, hier dichter und kleinzelliger werden und so das subhymeniale Gewebe bilden, auf dessen Oberfläche sich das Hymenium entwickelt (Fig. 83 E, F), dessen Basidien 2 oder 4 Sporen auf eben so vielen Sterigmen erzeugen (Fig. 83 F). Zwischen den Basidien befinden sich oft sterile Paraphysen. Schliesslich wird durch Streckung des Stieles und Hutes der Schleier zerrissen, der bald am Stiele (Fig. 83 D, v) als sogenannter Ring, bald am Hutrande hängen bleibt.

382. Bei manchen Hymenomyceten geht das die Fruchtkörperanlage bildende Hyphenknäuel auch vor Differenzirung in Stiel und Hut in ein Sclerotium (§ 353) über, indem es sein Gewebe dichter zusammenschliesst und seine äusseren Zellenlagen durch Schwärzung und Cuticularisirung der Membranen in eine Rindenschicht umgestaltet. Ein solches Sclerotium kann dann aus jeder beliebigen äusseren Zelle einen Fruchtkörper entwickeln, so dass oft zahlreiche derselben auf ihm entstehen, von denen jedoch gewöhnlich nur einer zur vollen Ausbildung kommt, die anderen durch diesen unterdrückt werden. In Nährstofflösung gebracht, entwickeln die Sclerotien oder deren Stücke fruchtbare Mycelien. Dasselbe erreicht man bei jungen Fruchtkörpern, so lange die Sporenbildung noch nicht eingetreten ist.

383. **Die wichtigsten Familien der Hymenomyceten sind:**

(Fam. 36.) Clavariacei (Keulenschwämme). Hymenium auf der Oberfläche aufrechter, keulenförmiger oder korallenartig verzweigter Fruchtkörper.

Coryne: Fruchtkörper einfach keulenförmig. C. pistillaris, Ligula u. A. in Wäldern. — Clavaria: Fruchtkörper korallenartig verzweigt, mit rundlichen Aesten. C. Botrytis (Hirschschwamm, Ziegenbart), coralloides u. A. sind essbar. — Sparassis: Aeste blattartig-flach, kraus. S. crispa, von der Grösse eines Kohlkopfes, essbar.

(Fam. 37.) Auriculariacei (Rindenschwämme). Fruchtkörper verschieden gestaltet, oft häutig, mit glattem oder schwach warzigem Hymenium.

Corticium: Fruchtkörper krustenförmig, lederartig, flach oder napfförmig. C. amorphum auf der Rinde von Nadelhölzern, C. quercinum auf faulen Aesten der Eiche häufig. — Stereum: Fruchtkörper aufrecht, lederig, gefaltet. S. hirsutum an faulen Stämmen. — Craterellus: Fruchtkörper trichterförmig. C. cornucopioides, braunschwarz, mit hohlem Stiele; in Wäldern.

384. (Fam. 38.) Hydnacei (Dornschwämme). Fruchtkörper meistens schirmartig, auf der Unterseite des Hutes mit zapfen- oder lappenartigen, auf ihrer Oberfläche das Hymenium tragenden Auswüchsen.

Hydnum: Fruchtkörper mit dornförmigen Vorragungen für das Hymenium. H. imbricatum (Habichtschwamm) und H. repandum (Stoppelschwamm) essbar, beide mit Hut. H. coralloides ohne Hut, ästig; essbar. — Sistostrema. Irpex.

(Fam. 39.) Polyporei (Löcher- oder Röhrenschwämme). Hymenium auf der Innenfläche vieler, die Unterseite des Hutes bedeckender Röhren oder Löcher.

Polyporus: Fruchtkörper lederig, korkartig oder holzig, consolenartig und ungestielt, oder mit Hut, der bald in der Mitte, bald mit dem Rande einem Stiele angeheftet ist. P. officinalis Fr. Officinell (Fungus Laricis — enthält ein Harz, dessen Hauptbestandtheil Laricin ist), an Lärchenstämmen in den Alpen, Russland, Sibirien. P. fomentarius Fr., officinell (Fungus igniarius, Feuerschwamm). P. suaveolens (Weidenschwamm), obsolet. — Daedalea: Fruchtkörper hufförmig, korkig, mit labyrinthisch gewundenen Hymenialgängen. D. quercina. — Merulius: Fruchtkörper kuchenförmig, fleischig, mit gefaltetem Hymenium. M. lacrymans, der Hausschwamm, durch die von ihm verursachte Zerstörung des Holzes berüchtigt; wird am besten durch Tränken des Holzes mit Petroleum vertrieben. — Boletus: Fruchtkörper mit central gestieltem Hute, fleischig, auf der Unterseite mit zahlreichen Röhren. B. edulis (Steinpilz), B. scaber (Kapuzinerpilz), B. ovinus (Schafeuter), B. umbellatus (Eichhase), B. confluens (Semmelpilz) u. A. sind essbar und zum Theil als Delicatesse geschätzt. B. satanas (Satanspilz), B. pachypus (Dickfuss), B. luridus (Hexenpilz) u. s. w. giftig.

(Fam. 40.) Agaricini (Blätterschwämme). Hut auf der Unterseite mit blattartigen, das Hymenium tragenden Lamellen.

A. Fruchtkörper fleischig, mit häutigen Lamellen.

1 Hülle den ganzen Fruchtkörper einschliessend.

Amanita: Hut gewöhnlich roth gefärbt, mit weissen (von der zerrissenen Hülle herrührenden) Warzen. A. muscaria (Fliegenpilz) giftig. A. caesarea (Kaiserschwamm), Südeuropa, essbar.

2. Hülle unvollständig (als Ring am Stiele zurückbleibend) oder fehlend.

Agaricus: Lamellen nicht zerfliessend. Die Gattung wird in der Regel nach der Sporenfarbe in Untergattungen getheilt. Die Untergattung Lactarius besitzt Milchsaft. A. campestris (Champignon), procerus (Parasolschwamm), Pomonae (Pomonaschwamm), albellus (weisser Maischwamm), odorus (Anisschwamm), Prunulus (Musseron), mutabilis (Stockschwamm), caperatus (Runzelschwamm), deliciosus (Reizker), volemus (Brätling) u. a. Arten werden gegessen. Giftig sind: A. pantherinus (Pantherschwamm), vaginatus (Scheidenschwamm), fastibilis (Ekelschwamm), lateritius (Bitterschwamm), rufus (rothbrauner Milchschwamm), integer (Speiteufel) u. s. w. Der essbare Hallimasch, A. melleus, verursacht eine unter den Namen „Erdkrebs, Harzsticken, Harzüberfülle, Wurzelfäule“ u. s. w. bekannte Krankheit der Nadelbäume, vorzüglich der Kiefern, bei welcher diese völlig absterben. Hervorgerufen wird dieselbe durch das in dicken schwarzen Strängen und Bändern unter der Rinde (besonders der Wurzeln) wuchernde Mycelium, das früher als Rhizomorpha fragilis, subterranea etc. beschrieben wurde und welches zarte Hyphenfäden in den Holzkörper hineinsendet, die diesen zerstören. Da das Mycelium sich durch den Boden von Baum zu Baum verbreitet, ist die Krankheit ansteckend und um so gefährlicher. — Coprinus: Lamellen des Hutes zuletzt zu Schleim zerfliessend. — Cantharellus: Die fleischigen Lamellen am Stiel herablaufend. C. cibarius (Eierschwamm) essbar.

B. Fruchtkörper mehr oder weniger lederartig.

Marasmius, Lentinus, Panus.

385. Was die Entwickelung der Thallophyten in früheren Perioden der Erdgeschichte betrifft, so kennt man dieselbe nur sehr fragmentarisch. Wir dürfen annehmen, dass sie den Anfang des vegetabilischen Lebens auf der Erdoberfläche machten, da sie uns in den ältesten, Pflanzenreste führenden Schichten (Silur) allein entgegentreten und die Entwickelungsgeschichte überhaupt diese einfachen Formen als Erstlinge verlangt. Indessen ist ja die Körperbeschaffenheit der meisten Thallophyten nicht von der Art, dass sie uns in so gutem Zustande, wie viele höhere Pflanzen, erhalten bleiben konnten und viele, namentlich als Algen noch jetzt beschriebene Reste dürften, wie manche ihrer früheren Genossen, späterhin als anorganische Gebilde erkannt werden.

Von Pilzen werden im Ganzen circa 18 (meist mit lebenden identische) Gattungen mit 87 Arten beschrieben, die fast sämmtlich dem Tertiär angehören und unter denen die angeblichen Pyrenomyceten mit 69 Arten vertreten sind. Am häufigsten zind die als Sphaeria bezeichneten (34) Formen. Von Hymenomyceten kennt man nur 4 Formen der Gattungen Hydnum, Polyporus und Lenzites.

Flechten kommen im Bernstein und in der Braunkohle im Ganzen in 10 noch lebenden, meistens den Strauchflechten angehörenden Gattungen vor.

Am grössten ist die Zahl der beschriebenen fossilen, aber oft sehr zweifelhaften Algen (54 Gattungen mit 254 Arten), die meistens den Florideen und Fucaceen zugerechnet werden.

Den Conferven ähnliche Formen kommen am häufigsten im Tertiär vor. Caulerpites findet sich vom Silur bis Eocen, Caulerpa im Tertiär. Delesseria tritt besonders reich im Eocen auf; die Gattungen Chondrites und Sphaeroçoccites werden in der Trias, Cystoseira, Sargassum und Fucus im Tertiär, Fucoides in vorcarbonischen Schichten gefunden. Von Chara werden 40 Arten vom Muschelkalk ab durch die jüngeren Formationen unterschieden.

II. Gruppe.

Die Muscineen.

386. Die Muscineen unterscheiden sich von den Thallophyten zunächst dadurch, dass nur bei den niedersten Formen (Anthoceroten) der Körper noch ein Thallom ohne Blätter ist. während er sich sonst allgemein in Stämmchen und Blätter gliedert. Den Uebergang von den thallösen oder frondosen Form zu den beblätterten (foliosen) machen solche Lebermoose, deren flacher und thallusartig ausgebreiteter Stamm auf seiner Unterseite sehr wenig entwickelte, schuppenartige Blätter, die Amphigastrien, trägt. In der Gewebebildung stehen die Muscineen zwar auch höher als die Thallophyten, doch fehlen ihnen noch die echten Fibrovasalstränge. Statt dieser finden sich im Stämmchen, namentlich der Laubmoose, strangartige Zellenbündel. welche in ihrer Structur grosse Aehnlichkeit mit dem Cambiform der Gefässpflanzen zeigen (§ 97) und die auch Auszweigungen (Blattspurstränge) in den sogenannten Mittelnerven der Laubmoosblätter abgeben. Eine eigentliche Oberhaut mit Spaltöffnungen besitzen die Marchantieen; bei den übrigen Muscineen ist eine Oberhaut in dem gewöhnlichen Sinne des Wortes oft nicht vorhanden. Wurzeln fehlen immer; ihre Stelle wird durch meist zahlreiche Haare (Wurzelhaare) vertreten.

387. Die ungeschlechtliche Vermehrung der Muscineen geschieht in mehrfacher Weise. Einmal stirbt das in der Regel vielfach verzweigte Stämmchen von hinten (unten) her allmälig ab, seine Verzweigungen, die sich bald bewurzeln. werden isolirt und zu selbstständig vegetirenden Pflänzchen. Ferner kann aus jedem Wurzelhaar unter geeigneten Verhältnissen ein Vorkeim sich entwickeln, der durch Knospung neue Pflanzen bildet (Laubmoose). Ebenso werden oft von Blättern Vorkeime erzeugt (Laubmoose) und selbst feucht gehaltene Früchte lassen bei Laubmoosen aus der Seta Vorkeimfäden entspringen. Viele Moose pflanzen sich dann durch Brutknospen fort, welche auf dem thallusartigen Stamme (Marchantieen), oder an den Blättern (Jungermanieen), oder in den Blattachseln oder auf der Stengelspitze (viele Laubmoose) als metamorphosirte Trichome entstehen und oft von besonderen Hüllen (Brutbechern etc.) umgeben sind. Brutknollen entstehen als gestielte Zellenkörper an den Vorkeimen.

Die geschlechtliche Fortpflanzung wird stets durch Antheridien und Archegonien vermittelt. Die ersteren sind gestielte oder ungestielte, sackartige Behälter, welche mit ihrer aus nur einer Zellenlage gebildeten Wand das Mutterzellgewebe der Spermatozoiden umschliessen: zahlreiche kleine, fast kubische Zellen, die jede einen schraubig gewundenen, am Hinterende etwas verdickten Samenkörper mit zwei langen, am Vorderende sitzenden Wimpern aus ihrem Plasma erzeugen. Bei der Reife der Antheridien wird die ganze Masse der sich abrundenden Spermatozoiden-Mutterzellen durch einen im Scheitel des Antheridiums entstehenden Riss

ausgestossen; die Samenkörper werden durch Lösung der Mutterzellmembranen frei.

388. Die Archegonien sind sehr kurz gestielte, flaschenförmige Organe mit dickem Bauch und langem, bei den Lebermoosen oft gekrümmtem Hals, welcher aus einer axilen und 5—6 peripherischen Zellenreihen gebildet wird. Zum Zwecke der Befruchtung wird die axile Reihe aufgelöst, der Hals an seiner Spitze durch Auseinanderweichen der Zellen geöffnet und so für die Spermatozoiden der Zugang zu dem im Bauche liegenden Ei frei gemacht.

Die Eizelle verwandelt sich nach der Befruchtung durch vielfache Theilungen in einen vielzelligen Körper, das Sporogonium, welches sich gewöhnlich in einen oberen die Sporen entwickelnden Theil, die Kapsel, und in einen unteren stielförmigen, die Seta, differenzirt. Letztere drängt sich in den unteren Theil des Archegoniums ein und oft noch tief in das Gewebe des Stämmchens hinab, von dem sie scheidenartig durch Bildung der Vaginula umwachsen wird. Eine Verwachsung von Sporogonium und Archegonium- oder Stammgewebe tritt indessen niemals ein; das feste Aneinanderlegen beider Organe genügt schon für die Ernährung des Sporogoniums seitens der Moospflanze.

389. In dem reifenden Sporogonium werden entweder im ganzen Innenraume, oder in einem besonderen sackförmigen Behälter, dem Sporensacke, die Sporen durch Viertheilung ihrer sich schon vorher isolirenden Mutterzellen erzeugt. Neben ihnen entstehen bei den meisten Lebermoosen noch lange spindelförmige, mit spiraligen Wandverdickungen versehene Zellen, die Elateren oder Schleuderzellen.

Der Archegoniumbauch wächst, während der Hals verschrumpft, nach der Befruchtung noch eine Zeit lang weiter. Bei den Laubmoosen wird er dann aber, wenn das junge Sporogonium sich streckt, an seiner Basis ringsum abgesprengt und als Haube oder Mütze (calyptra), den Scheitel des Sporogoniums bedeckend, emporgetragen. Bei den Lebermoosen dauert sein Wachsthum länger. Er umhüllt das Sporogonium noch zur Zeit der Sporenbildung und wird erst durchbrochen, wenn die Kapsel unter Streckung des Stieles zur Sporenausstreuung hervortritt. Dann bleibt aber das an seinem Scheitel zerrissene Archegonium als eine Art Scheide an der Basis des Stieles sitzen.

Aus den Sporen geht entweder direct die junge, Geschlechtsorgane entwickelnde Pflanze hervor (die meisten Lebermoose), oder ein verzweigtes fadenförmiges, selten flächenförmiges Gebilde, der Vorkeim, an welchem durch Knospenbildung die junge Moospflanze entsteht (Laubmoose).

Es tritt somit bei den Moosen ein scharf ausgesprochener Generationswechsel auf: ein aus der Spore unmittelbar oder durch Vermittelung eines Vorkeimes gebildetes Pflänzchen mit Geschlechtsorganen — und ein aus der befruchteten Eizelle sich entwickelndes Sporogonium, welches mit der Pflanze in keiner organischen Verbindung steht und auf ungeschlechtlichem Wege die Sporen erzeugt.

390. Die Moose werden gewöhnlich in zwei Classen eingetheilt, die sich durch folgende Merkmale unterscheiden.

V. Classe. Hepaticae. Lebermoose. Die Spore entwickelt meistens direct oder in wenigen Fällen unter Bildung eines kleinen Vorkeimes die

Pflanze. Diese ist entweder ein blattloser Thallus, oder ein thallusartiger Stamm mit schuppenartigen Blättchen, oder ein normal entwickeltes, fadenförmiges, bilaterales Stämmchen mit zweireihig stehenden, einschichtigen Oberblättern ohne Nerven und schuppenartigen (oder fehlenden) Unterblättern. Das Sporogonium besitzt nur in wenigen Fällen eine Columella und entwickelt neben Sporen gewöhnlich noch Elateren; es öffnet sich meist ohne Deckel, sondern unregelmässig oder mit Klappen und durchbricht bei der Reife das Archegonium an seinem Scheitel, so dass dieses nicht als Haube emporgetragen wird, sondern als Scheide den Stiel umgiebt

VI. Classe. Musci. (M. frondosi) Laubmoose. Aus der Spore geht stets ein Vorkeim hervor, welcher durch Knospenbildung das beblätterte, meistens nicht bilaterale Stämmchen erzeugt. Das Sporogonium sprengt in der Regel schon früh das Archegonium an dessen Basis und trägt es auf seinem Scheitel als Haube oder Mütze empor. Eine centrale Gewebemasse des Sporogoniums entwickelt sich zur Columella, ein diese hohlcylindrisch oder glockenförmig umgebendes Gewebe zum Sporensack, der nur Sporen ausbildet. Die Kapsel öffnet sich meistens durch Abwerfen eines Deckels.

V. Classe. Hepaticae.

391. Der Vegetationskörper der Lebermoose ist bei den Anthoceroten ein völlig blattloser Thallus, der durch einzellige Wurzelhaare im Boden befestigt ist. Bei den Marchantieen und anderen Ordnungen ist er ein flach gedrückter, horizontal ausgebreiteter, wiederholt gabelig gelappter Stamm, dessen auf der Unterseite zweireihig sitzenden Blätter (Amphigastrien) klein, schuppenartig und nur aus einer Zellenlage gebildet sind. Die beblätterten Jungermanniaceen dagegen entwickeln ein bilaterales Stämmchen, das meistens auf seiner Unterlage kriecht und welches zwei oder drei Reihen von Blättern entwickelt. Die beiden seitlichen (rückenständigen) Reihen sind normale, einfache oder gelappte, aus einer Zellenlage ohne Mittelnerv gebildete Blätter, die sogenannten Oberblätter. Diese haben eine durch das ungleich starke Wachsthum der Bauch- und Rückenseite des Stämmchens bedingte zweifache Lage oder Deckung. Entweder deckt (bei stärkerem Wachsthum der Rückenseite des Stämmchens) das nächst hintere Blatt mit seinem Vorderrande den Hinterrand des nächst vorderen Blattes von oben her zu (oberschlächtige Blätter) und die Sprossspitze ist zugleich abwärts gekrümmt; oder es wird (in Folge stärkeren Wachsthums der Stamm-Bauchseite) der Vorderrand eines hinteren Blattes von oben her durch den Hinterrand des nächst vorderen Blattes gedeckt (unterschlächtige Blätter) und die Sprossspitze ist aufwärts gebogen. Die dritte, oft fehlende oder rudimentäre Blattreihe dieser Jungermanniaceen wird von an der Bauchseite des Stämmchens entwickelten schuppenartigen Unterblättern oder Amphigastrien gebildet. (Oelkörper — § 45.)

392. Das Wachsthum des Thallus und thallusartigen Stammes erfolgt entweder durch die Theilungen einer Anzahl gleichwerthiger Zellen (Scheitelkante) oder (bei Blasia z. B.) durch eine fünfflächige Scheitelzelle. Diese besitzt ausser einer etwas gewölbten Aussenwand zwei (rechts und links gelegene) Seitenwände und eine obere (Rücken-) und untere (Bauch-) Wand. Die Theilungen in ihr erfolgen abwechselnd rechts und links

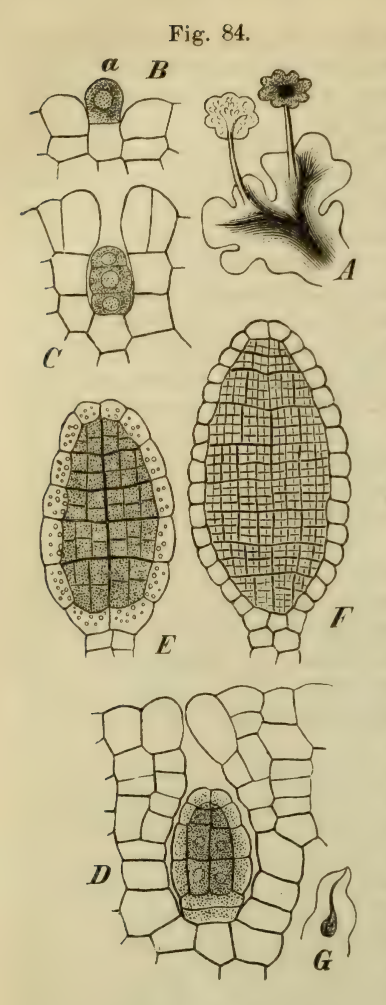
parallel den Seitenwänden (seitenständige Segmente) und dann parallel der Rücken- und Bauchwand (rücken- und bauchständige Segmente); die letzteren Segmente betheiligen sich vorzüglich am Aufbau des Stämmchens, die seitenständigen an der Entwickelung der Blätter.

Bei den beblätterten Jungermanniaceen ist die Scheitelzelle eine dreiseitig-pyramidale (vierflächige), welche im Laufe einer Spirale nach einander Segmente abgliedert. Eine der Seitenflächen ist stets dem Substrate zugekehrt (bauchständiges Segment), die beiden anderen stossen auf dem Rücken des Stämmchens zusammen. Ist die Scheitelzelle im Grundriss gleichseitig, so werden aus den bauchständigen Segmenten deutliche Unterblätter entwickelt; bildet ihr Grundriss dagegen ein gleichschenkeliges Dreieck mit kürzerer Bauchseite, so werden die Amphigastrien um so rudimentärer ausgebildet, je kürzer diese Seite ist, bis sie endlich gar nicht mehr zur Entwickelung kommen. Aus den seitenständigen Segmenten gehen die Oberblätter hervor.

Die Verzweigung des Lebermoosstämmchens ist eine dichotome (manche frondose Formen) oder monopodiale. Letztere, namentlich bei den beblätterten Jungermanniaceen genauer untersucht, ist entweder Endverzweigung oder intercalare Sprossbildung. Bei der Endverzweigung wird ein seitenständiges Segment der Scheitelzelle durch eine Längswand in eine bauch- und rückensichtige Hälfte zerlegt und in ersterer die Scheitelzelle des Zweiges durch drei unter den entsprechenden Winkeln zusammenstossende Wände ausgeschnitten. Die intercalare Verzweigung kann eine normal acropetale, an morphologisch bestimmten Orten erfolgende, oder eine adventive, in beiden Fällen ausserdem eine exogene oder endogene (Lepidozia, Mastigobryum etc.) sein.

393. Die Lebermoose sind monöcisch oder diöcisch. Die Antheridien entstehen nur bei den Anthoceroten innerhalb eines Intercellularraumes, der sich durch Abheben der Epidermis von dem darunter liegenden Thallusgewebe bildet. Bei allen anderen Lebermoosen entwickeln sie sich aus oberflächlich gelegenen Zellen, werden aber später häufig durch stärkeres Wachsthum des benachbarten Gewebes überwallt und kommen somit in Höhlungen zu stehen, die nach aussen mit einem canalartigen Gange münden (Fig. 84 B—D). Sie entspringen bei den thallösen Formen auf der Oberseite, gewöhnlich dicht hinter dem Vegetationspunkte, oder auch auf metamorphosirten Sprossen (Fig. 84 A), bei den beblätterten Jungermannieen in der Blattachsel aus der rückensichtigen Hälfte eines seitenständigen Segmentes und hier entweder einzeln oder zu mehreren; auch ist dann häufig die Form des die Antheridien deckenden Blattes oder Blatttheiles eine von der normalen abweichende.

Das Antheridium tritt als einzellige Papille über die Oberfläche des Stämmchens (Fig. 84 B: a). Diese Papille gliedert sich durch eine Querwand in eine Stielzelle und die Mutterzelle des eigentlichen Antheridiums. Während sich die Stielzelle weiter theilt und zu einem kürzeren (Marchantia) oder längeren (Jungermannia hyalina), ein- oder mehrreihigen Stiele heranwächst, theilt sich die Mutterzelle des Antheridiums bei Marchantia durch eine weitere Querwand (Fig. 84 C) und dann die obere der beiden neu entstandenen Zellen nochmals durch eine Querwand. Jede dieser drei Zellen zerfällt durch zwei unter rechten Winkeln sich kreuzende Längs-



wände in Quadranten und diese dann durch Tangentialwände in je eine Innen- und Aussenzelle (Fig. 84 D). Die Aussenzellen liefern durch weitere radiale Theilungen die stets einschichtig bleibende Wand des Antheridiums, die Innenzellen theilen sich succedan durch zahlreiche Wände in ein kleinzelliges, plasmareiches Gewebe fast cubischer Zellen, den Mutterzellen der Spermatozoiden (Fig. 84 E, F), welche in der im § 387 angegebenen Weise entleert werden (Fig. 84 G).

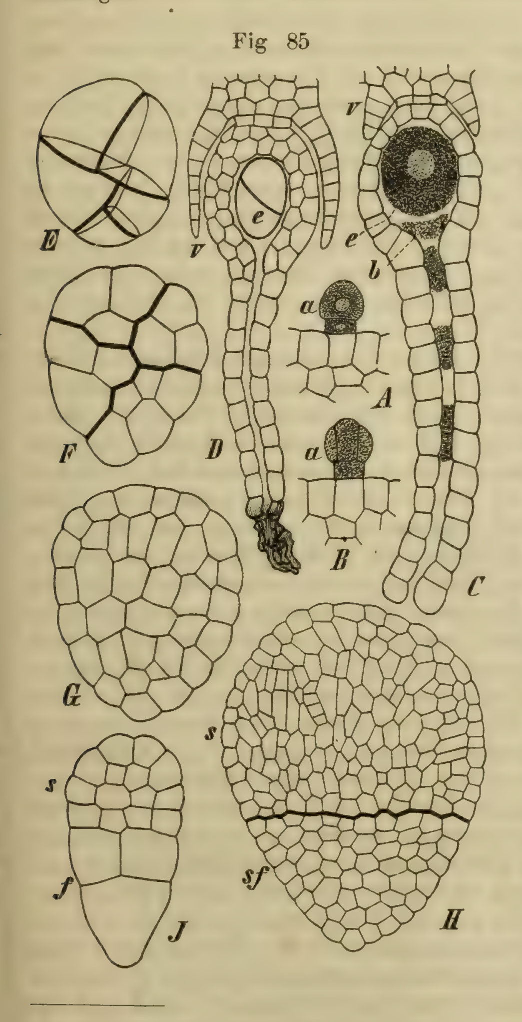
Andere Lebermoose verhalten sich in der Theilungsfolge im Antheridium abweichend; so ist bei den beblätterten Jungermanniaceen die erste Wand in der Antheridienmutterzelle eine Längswand.

394. Die Archegonien entstehen stets aus oberflächlich gelegenen Zellen. Bei den frondosen Lebermoosen sitzen sie auf der Oberseite des thallusartigen Stämmchens, vom benachbarten Gewebe in ähnlicher Weise, wie die Antheridien, umwuchert (Riccia), oder auf der Unterseite metamorphosirter Sprosse (Marchantia). Bei Anthoceros bleiben sie mit dem benachbarten, weiter wachsenden Gewebe der Thallusoberseite so im Verbande, dass Bauch wie Hals nur als ein eigenthümlicher Zellenstrang im Thallus erscheinen Bei den beblätterten Jungermanniaceen sind sie stets terminal (oft auf besonderen Geschlechtsästen) gestellt. Sie bilden dann einen oft aus zahlreichen Archegonien zusammengesetzten „Blüthenstand“, dessen Archegonien in der Regel von je einer besonderen Hülle (Fig. 85 C, D: v), dem Perianthium, umgeben werden und der auch noch Paraphysen enthält. Wo ein Perianthium fehlt, bilden benachbarte Blätter eine als Perichaetium bezeichnete Hülle um den Blüthenstand. In der Abtheilung der Geocalyceae wandelt sich sogar das Stengelende in einen flaschenförmigen, die Archegonien einschliessenden Behälter um.

Wenn nur ein Archegonium im Blüthenstande der Jungermanniaceen angelegt wird (Lejeunia u. A.), geht dieses stets aus der sich papillenartig

Fig. 84. Marchantia polymorpha, Antheridien. A Stück der Pflanze mit zwei männlichen Sprossen, nat. Grösse. — B Erste Entwickelungsstufe des Antheridiums. — C und D Etwas ältere Antheridien. — E Halbreifes und F reifes Antheridium. — G Spermatozoid. — Vergr. von B—E und G=500, F=240. — B—D nach Strasburger.

vorwölbenden Scheitelzelle hervor (vergl. Fig. 88 A im § 408). Bei mehreren Archegonien entsteht das erste meistens aus dem drittjüngsten Segmente, die beiden folgenden werden aus dem zweiten und ersten Segmente der Scheitelzelle, das vierte aus dieser selbst gebildet; weitere entwickeln sich ohne besondere Anordnung aus den älteren Segmenten des Vegetationskegels.



395. Jedes Archegonium ist zunächst eine einzellige Papille, welche durch eine tiefer unten liegende Querwand in eine sich weiter theilende, aber kurz bleibende Stielzelle und eine obere Archegonium-Mutterzelle zerfällt (Fig. 85 A: a). Letztere theilt sich durch drei unter Winkeln von etwa 120° zusammenstossende Längswände in drei peripherische Zellen und eine prismatische, etwas weiter emporragende mittlere Zelle (Fig. 85 B: a). Sind die drei äusseren Zellen gleich gross, so theilen sie sich durch je eine Radialwand in sechs Zellen; ist eine der Zellen kleiner (Jungermanniaceen), so wird diese nicht weiter radial getheilt, die Zahl der peripherischen Zellen nur auf fünf gebracht. Die mittlere Zelle theilt sich darauf durch eine Querwand in eine innere und eine Deckelzelle; letztere theilt sich übers Kreuz und nimmt, indem sie die Archegoniumspitze abschliesst, keinen weiteren Antheil an der nun folgenden Entwickelung. Durch Quer-

Fig. 85. Marchantia polymorpha. A und B Erste Entwickelungsstufen des Archegoniums. — C Reifes, eben geöffnetes Archegonium. — D Archegonium mit zweizelligem Embryo. — E H Entwickelung des Sporogoniums. — J Embryo von Pellia epiphylla. v Perianthium, e Embryo, resp. Ei, b Plasma der Bauchcanalzelle, f Fuss, sf Stiel, s Kapsel. — Vergr. von A und B=350, C und D=250. E—G=346, H=266, J=166. — Fig. A und B nach Strasburger, E—J nach Kienitz-Gerloff. — A—D und F—J im optischen Längsschnitt

wände zerfällt nämlich sowohl die innere Zelle als jede der 5—6 peripherischen Zellen in zwei Stockwerke, von denen das obere durch weitere Quertheilungen zum Halse, das untere zum Bauche des Archegoniums wird. Der Halstheil besteht dann aus 5 oder 6 peripherischen Halszellenreihen (die einzelnen Reihen bis zu 32 Zellen enthaltend) und einer mittleren Canalzellenreihe. Der Bauch theilt seine peripherischen Zellen noch jede durch eine oder zwei Radialwände und bis zu acht Querwände, bleibt aber einschichtig. Die innere Zelle des Bauchtheiles gliedert nur noch einmal nach oben eine kleine Zelle als Bauchcanalzelle ab; ihr grösster Theil bildet die das Ei umschliessende Centralzelle. Das ganze Archegonium hat jetzt die Gestalt einer langhalsigen Flasche (Fig. 85 C). Die Querwände seiner Halscanalzellen werden nun gelöst, die Längswände, sowie die Querwände der Bauchcanalzelle in stark quellende Gallerte verwandelt, welche die Deckelzellen auseinander presst und den ganzen Protoplasmainhalt der Canalzellen hinausdrückt, während sie selber den offenen Canal bis zum Scheitel des freiliegenden Eies erfüllt und eintretenden Spermatozoiden als Leiter zu dieser hin dient. Figur 85 C stellt das Archegonium im Momente der Entleerung des Halscanales dar.

396. Die befruchtete Eizelle, welche sich mit einer Membran umgiebt, entwickelt sich zum S p o r o g o n i u m. Sie theilt sich zuerst durch eine annähernd horizontale (bei Anthoceros annähernd senkrechte) Wand und durch zwei zu dieser senkrechte Wände in Kugelquadranten und darauf in Octantenzellen (Fig. 85 D, E). Tangentialwände zerlegen darauf das junge Sporogonium in innere und äussere Zellen. Bei manchen Lebermoosen (Marchantieen) geht aus der unteren Zelle der ersten Theilung der Stiel (Fig. 85 H, sf), aus der oberen die Kapsel (Fig. 85 H, s) hervor; bei anderen entwickelt sich die untere Zelle zum verschieden gestalteten Fusse (Fig. 85 J, f), der sich in das Archegonien- und Stengelgewebe eindrängt, ein Theil der oberen Zelle zum Stiel, der Rest derselben erst zur Kapsel. Die ersten Tangentialtheilungen in letzterer führen (z. B. bei Marchantia) sofort zur Differenzirung der Kapselwand gegenüber dem die Sporen bildenden Raume (Fig. 85 F—H); nur bei Riccia wird erstere erst durch spätere Theilungen in der äusseren Zellenlage angelegt. Die Kapselwand ist meistens einschichtig, seltener aus mehreren Zellenlagen gebildet. Von dem von der Wand umschlossenen Gewebe wird nur selten ein mittlerer Theil nicht zur Sporenbildung verwendet, sondern zu einer säulenförmigen Gewebemasse, der C o l u m e l l a entwickelt (Anthoceros). Entstehen zwischen den Sporen S c h l e u d e r z e l l e n, wie dieses meistens der Fall ist, so hören die dazu bestimmten Zellen auf, sich der Quere nach zu theilen, während die Sporenmutterzellen in ihren Theilungen fortfahren. Die Elateren strecken sich zu spindelförmigen oder cylindrischen Zellen, welche ihre Wand spiralig verdicken und die Spiralfasern meist braun färben. Die Lage der Elateren in der reifen Kapsel ist verschieden: bei Marchantia strahlen sie von der Basis der Kapsel aus, nur wenig divergirend, nach der Peripherie derselben; bei Pellia divergiren sie in ähnlicher Weise, doch stärker; in der Kapsel von Aneura strahlen sie umgekehrt vom Scheitel nach der Basis hin, in derjenigen der Jungermannieen liegen sie meistens horizontal.

397. Die zwischen den Elateren gelegenen Mutterzellen der S p o r e n bilden die letzteren durch Viertheilung nach den Ecken eines Tetraëders.

Bei Anthoceros löst sich dabei der primäre Zellkern erst nach Bildung der vier Tochterkerne auf; bei Pellia und Frullania findet die Viertheilung des Plasmas wie bei der Bildung des Dicotyledonenpollens (Fig. 12 h, i — S. 28) statt. Die fertigen Sporen besitzen ein meist stärker entwickeltes, gelb oder gelbbraun gefärbtes Exospor und ein zartes, farbloses Endosporium.

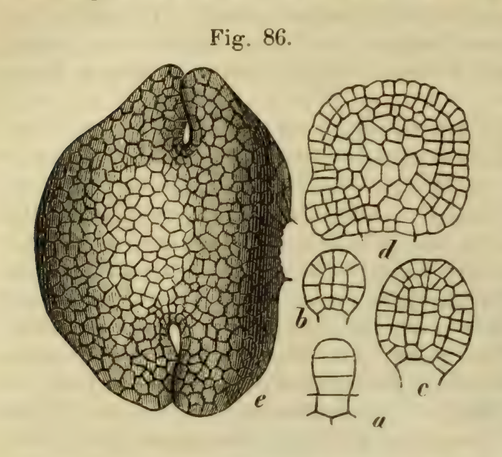
Während der Heranbildung des Sporogoniums wächst der Archegoniumbauch unter Theilung seiner Zellen weiter, während der Halstheil bald verschrumpft (Fig. 85 D). Gleichzeitig umwächst häufig ein Zellenwall ringförmig als sackartiges Perianthium Archegonium und Sporogonium. Der Stiel des letzteren streckt sich, wenn er bedeutende Länge erreicht (Jungermanniaceen), erst bei der Reife der Kapsel und durchbricht damit den Scheitel des Archegoniums und Perianthiums, beide als Scheiden an seinem Grunde zurücklassend. Die Sporen werden entweder durch völlige Auflösung der Kapselwand frei (Riccia); oder die Kapsel öffnet sich unregelmässig oder mit Zähnen am Scheitel (Marchantieen); oder sie springt mit zwei (Anthoceros) oder vier Klappen (Jungermanniaceen) von der Spitze nach der Basis zu auf — die Rissstellen der Lage der ersten vier senkrechten Wände des Embryos entsprechend. Das Ausstreuen der Sporen wird durch die sehr hygroskopischen Elateren erleichtert.

Die weitere Entwickelung der Sporen zur Pflanze findet bei einigen Lebermoosen schon innerhalb des noch geschlossenen Exosporiums statt (Frullania); bei Pellia ist die reife Spore schon beim Verlassen der Kapsel mehrzellig. Andere Arten dagegen lassen das Endospor aus dem platzenden Exosporium austreten, ehe die Theilung beginnt. In manchen Fällen wird durch diese Theilungen sofort die Pflanze erzeugt; in anderen dagegen entwickelt sich zuerst ein flächen- (Radula) oder fadenförmiger (einfacher oder verzweigter) Vorkeim, aus dem die beblätterte Axe aus einer Randzelle oder der Endzelle eines Fadenzweiges hervorgeht, indem die in dieser Zelle stattfindenden Theilungen zur Bildung des der betreffenden Form eigenen Vegetationspunktes führen.

398. Ungeschlechtliche Vermehrung durch Brutknospen ist bei den Lebermoosen nicht selten. Diese sind in der Regel vielzellige, seltener wenigzellige Gebilde, die ihrer Entstehung nach Haaren entprechen. Bei den Marchantieen bilden sie sich im Grunde geschlossener oder einseitig offener Brutbecher als kleine Zellenpapillen, die durch eine Querwand von ihrer Mutterzelle abgegliedert werden und dann durch eine zweite Querwand in einen kurz bleibenden, einzelligen Stiel und die eigentliche Brutknospe zerfallen. Letztere theilt sich gewöhnlich noch einige Male durch Querwände (Fig. 86 a), wird dann durch Längswände zu einer Zellenfläche (Fig. 86 b, c), später durch (nur am Rande unterbleibende) Theilungen nach der dritten Raumrichtung zum bilateralen, im Querschnitt linsenförmigen Zellenkörper, der bald rechts und links zwei Lappen (Fig, 86 d, e) und zwischen diesen in einer tiefer werdenden Einbuchtung die Vegetationspunkte des künftigen Pflänzchens bildet. Gelangt die reife, sich leicht vom Stiele lösende Brutknospe auf feuchte Erde, so entwickelt sie auf der dieser zugekehrten Seite aus schon vorher durch den Mangel des Chlorophylls ausgezeichneten Zellen Wurzelhaare; die entgegengesetzte Seite wird zu der

Spaltöffnungen bildenden Oberseite des Stammes, der nun von den Einbuchtungen aus durch lebhafte Zellentheilungen sein Wachsthum beginnt.

Fig. 86.



Bei den Jungermannieen entstehen Brutzellen und Brutknospen am Rande und auf der Fläche der Blätter. Oft sind die ganzen, allmälig dann rudimentär werdenden Blätter dicht mit solchen Organen bedeckt und bilden dann Brut-Köpfchen an der Spitze der Zweige (z. B. bei Jungermannia bicuspidata). Manche Formen, wie Blasia, entwickeln auch den Amphigastrien ähnliche, der ungeschlechtlichen Fortpflanzung dienende Brutschüppchen.

399. Die Lebermoose, welche meistens gesellig wachsen, lieben feuchte, schattige Orte. Fossil kennt man 7 Gattungen mit 15 Arten, die sämmtlich dem Tertiär (besonders dem Bernstein) und lauter lebenden Gattungen angehören (Jungermannia 7 Arten). Die lebenden Formen zerfallen in fünf Ordnungen, von denen vier auch in Deutschland vertreten sind. Letztere unterscheiden sich durch folgende Hauptmerkmale.

I. Kapsel nur mit Sporen, Kapselwand bei der Reife unregelmässig zerreissend oder sich lösend: **Ricciaceae.**

II. Kapsel mit Sporen und Elateren.

A. Kapsel mit Columella, schotenförmig, zweiklappig: **Anthoceroteae.**

B. Kapsel ohne Columella.

1. Kapseln zu mehreren an einem metamorphosirten, aufrechten Zweige, selten einzeln frei auf dem Laube, unregelmässig oder mit Klappen oder Deckel aufspringend: **Marchantiaceae.**
2. Kapseln einzeln, mit vier Klappen aufspringend: **Jungermanniaceae.**

22. Ordnung. Ricciaceae.

400. Stämmchen thallusartig, auf der Oberseite mit deutlicher aber spaltöffnungsloser Epidermis, im Inneren häufig mit grossen Lufthöhlungen, auf der Unterseite mit schuppenartigen, später zerreissenden Blättern. Archegonien und Antheridien einzeln der Oberseite des Laubes eingesenkt. Kapsel dem Laube eingesenkt, meistens sitzend, ohne Schleudern, mit einschichtiger Wand, die schon vor der völligen Reife zerstört wird, selten (Corsinia) erhalten bleibt. Perianthium fehlt.

(Fam. 41.) Riccieae. Kleine, monöcische oder diöcische Land- oder Wasserpflanzen. Riccia: Kapsel resp. Sporenmasse durch Bersten des Laubes frei werdend. a Ricciella: Laub schmal lineal, wiederholt gabelig getheilt, schwimmend oder auf Schlamm kriechend. R. fluitans. — b. Hemiseuma: Laub strahlig verbreitert, schwimmend oder auf Schlamm wurzelnd. R. natans. — e. Riccia: Laub rosettenartig; Landbewohner. R. glauca, cristallina etc.

23. Ordnung. Anthoceroteae.

401. Laub ein blattloser flacher Thallus ohne deutliche Epidermis,

Fig. 86. Lunularia vulgaris. Entwickelung der Brutknospen. Vergr. von a—d=240, e=80.

aber auf der Unterseite mit Spaltöffnungen. Antheridien in einem auf der Oberseite unter der blasig sich abhebenden, später zerreissenden Epidermis entstehenden Hohlraume sich entwickelnd Archegonium nicht frei, sondern der Oberseite des Laubes eingesenkt und mit diesem allseitig verschmolzen. Kapsel lang, schmal, schotenförmig, zweiklappig von der Spitze bis zur Mitte aufspringend, mit Columella und zarten, kurzzelligen, selten mit Spiralfasern versehenen Schleudern. Perianthium fehlt.

In die Spaltöffnungen dringen oft Nostocfäden ein, welche sich im Inneren des Thallus zu kleinen Colonien entwickeln und früher für Brutkörner gehalten wurden. Kleine, auf Aeckern, Lehmboden, Haideflächen etc. wachsende, unregelmässig gelappte Lebermoose.

Nur die einzelne Familie der Anthocereae. Bei uns Anthoceros mit zwei Arten. A. laevis: Laub glatt, ohne Lufthöhlen; Sporen gelb, warzig. A. punctatus: Laub mit Lufthöhlen etwas uneben; Sporen schwarz, stachelig.

24. Ordnung. Marchantiaceae.

402 Thallusartiger, flacher, wiederholt gabelig verzweigter Stamm mit schuppigen, zweireihig stehenden Amphigastrien auf der Unterseite; auf der Oberseite mit sehr entwickelter Epidermis, deren grosse, fast kreisrunde, über die Oberfläche vortretende Spaltöffnungen von mehreren Zellenreihen ringartig umgeben werden. Die einzelnen Lappen des Laubes besitzen gefässbündelartige Stränge gestreckter, schlauchförmiger Zellen mit zapfenartigen Verdickungen der Innenwand Das Gewebe unter der Epidermis ist aus sehr chlorophyllreichen, confervenartig verzweigten, aufrechten Zellenreihen gebildet. Kapsel mit Schleudern. Perianthium meist vorhanden.

(Fam. 42.) Targionieae. Kapsel einzeln in der Ausbuchtung des Laubes, kurz gestielt, unregelmässig oder mit (meist 6) Zähnen aufspringend. Targionia.

(Fam. 43.) Jecorarieae. Geschlechtsorgane und Kapseln an der Spitze eines metamorphosirten Sprosses auf einem gemeinsamen Receptaculum. Kapsel mit Zähnen oder durch Abwerfen eines deckelartigen Stückes aufspringend. Marchantia: männlicher Blüthenboden gestielt, schildförmig, gelappt; weiblicher gestielt, strahlig Brutbecher geschlossen, mit gefranstem Rande. M. polymorpha. — Preissia: Weiblicher Blüthenboden halbkugelig, strahlig, gestielt; männlicher schildförmig, gestielt oder sitzend. P. commutata. — Fegatella: Weiblicher Blüthenboden gestielt, kegelförmig; männlicher scheibenförmig, sitzend. F. conica.

(Fam. 44.) Lunularieae. Mehrere bis zur Basis mit 4—8 Klappen aufspringende Kapseln, von je einer Hülle umschlossen, an der Spitze eines gemeinsamen Stieles. Lunularia vulgaris, in Oberitalien heimisch, ist in Gewächshäusern auf Blumentöpfen häufig und von Marchantia leicht durch die halbmondförmigen Brutbecher zu unterscheiden.

25. Ordnung. Jungermanniaceae.

403. Frucht einzeln an der Spitze des Stengels oder der Zweige, mit vier (seltener mehr) Klappen aufspringend, mit spindelförmigen, gewöhnlich spiralig verdickten Elateren. Man unterscheidet frondose und foliose Formen.

A. **Frondosae**. Der Vegetationskörper ist ein blattloser Thallus (Aneura, Metzgeria), oder ein thallusartiger, flacher Stamm mit Unterblättern oder auch mit flügelartigen, vom Stämmchen wenig differenzirten Seitenblättern (Blasia). Man unterscheidet folgende Familien:

(Fam. 45.) Metzgerieae. Laub dünnhäutig, linealisch, gegabelt, mit Mittelrippe. Blüthen diöcisch, auf der unteren Seite der Mittelrippe, in der Achsel eines bauchigen Blattes. Perianthium fehlt. Metzgeria.

(Fam. 46.) Aneureae. Laub saftig, dicker wie bei voriger Familie, ohne Mittelrippe. Blüthen diöcisch, an oder neben dem Rande des Laubes. Perianthium fehlt. Aneura.

(Fam. 47.) Haplolaeneae. Laub saftig, dick, mit oder ohne Mittelrippe. Blüthen monöcisch, auf der Oberseite des Laubes. Perianthium fehlt. Pellia, Blasia (oft von Nostoc-Colonien befallen).

(Fam. 48.) Diplomitrieae. Mit röhrenförmigem Perianthium. Blyttia.

(Fam. 49.) Codonieae. Kleine, rasenförmig wachsende, kriechende abgeflachte Stämmchen tragen zweireihige, unterschlächtige Blätter. Bilden den Uebergang zu den beblätterten Jungermanniaceen. Fossombronia.

404. B. **Foliosae.** Alle hierher gehörenden Formen haben einen normal beblätterten Stengel.

a. Blätter oberschlächtig.

(Fam. 50.) Jubuleae. Kapsel bis zur Mitte vierklappig aufspringend. Schleudern mit einem Spiralbande. Lejeunia, Frullania.

(Fam. 51.) Platyphylleae. Kapsel bis zur Basis vierklappig. Schleudern mit 2 Spiralbändern. Blätter ungetheilt. Madotheca, Radula.

(Fam. 52.) Ptilidieae. Von der vorigen Familie durch eingeschnittene Kapselklappen und wimperig-fiederspaltige Blätter verschieden. Ptilidium, Trichocolea.

(Fam. 53.) Trichomanoideae. Kapsel auf der Unterseite des Stengels entspringend, sitzend, oder auf besonderem Aste. Calypogeia, Lepidozia, Mastigobryum.

b. Blätter unterschlächtig.

(Fam. 54.) Geocalyceae. Weibliche Blüthen dem krugartig ausgehöhlten Ende eines Astes eingesenkt. Geocalyx.

(Fam. 55.) Jungermannieae. Perianthium frei. Jungermannia, Plagiochila, Scapania, Lophocolea, Sphagnocetis.

(Fam. 56.) Gymnomitria. Perianthium fehlend oder mit dem Perichaetium verwachsen. Gymnomitrium, Alicularia, Sarcoscyphus.

Fig. 87.



VI. Classe. Musci.

405. Die Spore der Laubmoose besitzt eine in Exosporium und Endosporium geschichtete Zellhaut. Bei der Keimung finden die ersten Theilungen nur in seltenen Fällen (Andraeaeaceen) bereits in der noch geschlossenen Spore, wie bei manchen Lebermoosen, statt. Meistens wird das Exospor durch die quellende Innenhaut gesprengt und letztere tritt auf einer oder zwei Seiten in Form einer sich rasch zum cylindrischen Schlauche verlängernden Papille heraus (Fig. 87 B), die den Vorkeim (das Protonema) bildet. Sie theilt sich durch eine Querwand, welche eine lang-cylindrische Scheitelzelle abschneidet, in der allein die weiteren Theilungen des Vorkeimes so stattfinden, dass die schief gestellten Wände sich zwar wegen der weiten Entfernung von einander nicht schneiden, aber in vielen Fällen schraubig angeordnet sind, wie in der Scheitelzelle des Moosstämmchens. Die Verzweigung geschieht durch eine jedesmal unter der oberen Querwand einer Gliederzelle des Vorkeimes ange-

Fig. 87. A Stück eines Vorkeimes von Funaria hygrometrica mit Moosknospe (k), Vergr. 100. — B Keimende Spore (s) von Funaria hygrometrica (Vergr. 300). — C Vorkeim-Brutknolle eines Laubmooses (Vergr. 200).

legte Papille, welche zu einem Aste sich wie der Hauptspross des Vorkeimes verlängert. So entsteht ein reich verzweigtes, rasenförmig wachsendes confervenartiges Protonema (Fig. 87 A), welches in seinen oberirdisch am Lichte wachsenden Zellen reichlich Chlorophyll besitzt, von dem aber auch Zweige in die Erde eindringen, hier kein Chlorophyll erzeugen, ihre Wände gewöhnlich braun färben und so als vielzellige Wurzelhaare (Rhizoiden) fungiren.

Die Vorkeime einzelner Moose entwickeln sich zu Zellenflächen; so diejenigen von Tetraphis, ferner die von Sphagnum, wenn die Sporen auf feuchter Erde keimen. Die Vorkeime der Andraeaeaceen können sich sowohl fädig, als auch in Form gelappter Zellenplatten und selbst in Gestalt strauchartig verzweigter Zellenkörper ausbilden.

An den unterirdischen Vorkeimzweigen entstehen oft auf kurzen Seitenzweigen vielzellige, knollige, braun gefärbte Gebilde, die Brutknollen (Fig. 87 C), welche nach längerer Ruhezeit durch Auswachsen oberflächlich gelegner Zellen neues Protonema erzeugen.

406. Die junge Moospflanze entsteht am Vorkeime durch Knospung. Aus einer Gliederzelle, bei Flächenvorkeimen aus einer Flächen- oder Randzelle, tritt ein kurzer Zweig als Papille hervor. In dieser gewöhnlich etwas keulig anschwellenden Papille treten spiralig geordnete, schiefe Wände auf (Fig. 87 A: k), die einander schneiden und dadurch sofort die für das Moosstämmchen charakteristische Scheitelzelle (§ 100, 102) abgliedern, deren Segmente Blätter erzeugen, überhaupt nun das Stämmchen in der früher angegebenen Weise entwickeln.

Das Gewebe des Moosstammes ist noch nicht so scharf differenzirt, wie das der Gefässpflanzen. Ein centraler Theil besteht gewöhnlich aus einem Strange dünnwandiger, cambiformartiger Zellen oder aus einer Gruppe solcher Stränge (Polytrichaceen). Dieser Strang wird entweder unmittelbar von einem Mantel dickwandiger, häufig prosenchymatischer, gefärbter Zellen umgeben (Sphagnum, Polytrichum etc.), oder zunächst von weiteren dünnwandigen Zellen umhüllt, die nach aussen allmälig in ein dickerwandiges, gelb, roth oder braun gefärbtes Gewebe übergehen, das eine Art Rinde bildet, aber meistens keine scharf geschiedene Epidermis besitzt, dagegen aus seiner äussersten Zellenlage in der Regel Haare in grosser Menge entwickelt. Diese dringen zum Theil in den Boden ein und sind dann Rhizoiden, welche wie die fädigen Vorkeime durch schiefe Querwände gegliedert sind, sich überhaupt morphologisch von unterirdischen Vorkeimästen nicht unterscheiden lassen. Sie verzweigen sich reichlich und entwickeln sich, wenn sie durch irgend welche Umstände wieder über den Boden treten, auch zu Vorkeimen, die neue Moosknospen erzeugen. Auch die oberirdischen Haare verhalten sich in der Beziehung ganz gleich, so dass dadurch für die vegetative Vermehrung der Laubmoose reich gesorgt ist. Die oberirdischen Wurzelhaare können sogar unmittelbar Blattknospen erzeugen, aus denen z. B. in den ausdauernden weiblichen Rasen von Dicranum undulatum einjährige männliche Pflanzen entstehen, welche die Befruchtung besorgen und dann absterben. An Wurzelhaaren entstehen ferner auch Brutknollen, wie an unterirdisch wachsenden Vorkeimzweigen.

Bei den Torfmoosen werden Wurzelhaare nur spärlich entwickelt. Dagegen zeichnet sich diese Ordnung durch die eigenthümliche Rindenschicht

des Stämmchens aus, die aus einer oder mehreren Lagen inhaltloser, farb loser Zellen besteht, deren Wände spiralige Verdickungen und zwischen diesen grosse Löcher besitzen.

407. Die Art der Verzweigung des Moosstämmchens wurde bereits im § 128 erläutert, die Blattbildung im § 139 erwähnt. Die Blätter sind stets einfach und mit Ausnahme des sogenannten Nerven auch nur aus einer Zellenlage gebildet, deren Randzellen häufig anders gestaltet sind und zu Zähnen und Haaren auswachsen. Der Mittelnerv wird meistens von einem ähnlichen gefässbündelartigen Zellenstrange durchzogen, wie der Stengel (vgl. § 386). Bei manchen Moosblättern finden sich auf der Oberseite über den Mittelnerven lamellenartige Auswüchse (Polytrichum) oder gegliederte chlorophyllhaltige Fäden (Barbula). Die Blätter der Torfmoose enthalten neben langen, schmalen, geschlossenen und Chlorophyll führenden Zellen noch regelmäsig von diesen umgebene breitere, inhaltlose Zellen mit spiralig verdickten und durchlöcherten Wänden, denen der Stengelrinde ähnlich. Für die Systematik ist der Bau des Blattes von grosser Bedeutung (§ 418).

Die Blätter vieler Laubmoose sind im Stande, aus jeder beliebigen Zelle einen Vorkeim auszutreiben. Bei manchen Arten entsteht ihre Anlage an der Blattspitze zunächst in Form eigenthümlich gestalteter, haarartiger Zellen, die oft ganze Pinsel bilden und später zum Protonema auswachsen (Arten von Grimmia, Orthotrichum etc.).

Auch Brutknospen werden von manchen Laubmoosen, ähnlich wie bei Lebermoosen, gebildet (Aulacomnion, Tetraphis) Sie wachsen zum Vorkeim aus, an dem dann Moosknospen entstehen.

408. Das beblätterte Stämmchen der Laubmoose entwickelt die Geschlechtsorgane entweder auf der Spitze des Hauptsprosses (acrocarpe Moose), oder am Ende von Sei tenaxen (pleurocarpe Moose). Gewöhnlich sind die sogenannten Blüthen von besonders gestalteten, oft gefärbten Blättern wie von einer Hülle umgeben. Diese heisst Perigonium, wenn sie nur Antheridien, Perigynium, wenn sie nur Archegonien, Perigamium, wenn sie beiderlei Geschlechtsorgane einschliesst. Perichaetium nennt man die inneren Hüllblätter weiblicher oder zwitteriger Blüthen, welche sich mit der Entwickelung des Sporogoniums weiter ausbilden und

Fig. 88.

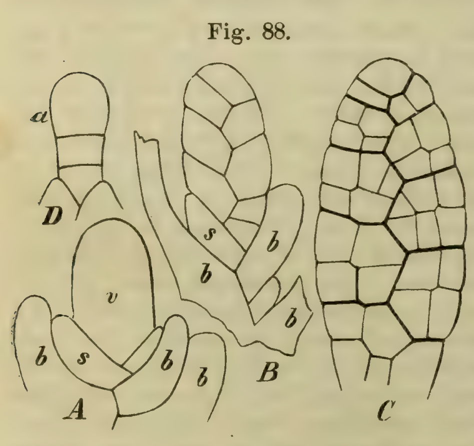


Fig. 88. A—C Antheridienentwickelung von Fontinalis antipyretica (Vergr. 400) nach Leitgeb. v Vegetationskegel, zum Antheridium auswachsend. b Blätter, s jüngstes, auch zur Antheridienbildung bestimmtes Segment. — D Junges Antheridium von Andraeaea petrophila (Vergr. 500) nach Kühn.

den Grund des Fruchtstieles umgeben. Die Form der Blüthenhülle ist eine sehr verschiedene, bald die einer verlängerten, geschlossenen Knospe, bald die eines kugeligen oder scheibenförmigen Köpfchens.

Die Antheridien entstehen bei den Torfmoosen als metamorphosirte Sprosse an der Stelle einer normalen Verzweigung; bei anderen Laubmoosen sind sie metamorphosirte Blätter, insofern sie aus den Blattsegmenten des Vegetationskegels hervorgehen, oder metamorphosirte Haare in der Blattachsel; oder ein Antheridium der männlichen Blüthe entwickelt sich aus der Scheitelzelle des Sprosses, die sich dann als Papille vorstülpt (Fig. 88 A, v). Die ersten Theilungen in der Mutterzelle des Antheridiums erfolgen abwechselnd nach rechts und links aus einer zweischneidigen Scheitelzelle (Fig. 88 B). Die so entstehenden Segmente werden durch Tangentialwände in äussere und innere Zellen getheilt (Fig. 88 C), von denen erstere sich zur Wand, letztere zum (dem gleichen Gewebe der Lebermoose ähnlichen — § 393, Fig. 84 F) Mutterzellgewebe der Spermatozoiden entwickeln. Das reife Antheridium ist bald nur kurz, bald dagegen länger (Andraeaeaceen, Sphagnaceen) gestielt, meistens keulenförmig, seltener eiförmig (Sphagnum, Andraeaea). Es öffnet sich in der Regel wie bei den Lebermoosen, bei den Torfmoosen fast wie eine bis zur Mitte zweiklappige Kapsel. Die Spermatozoiden sind denen der Lebermoose gleich.

409. Die Archegonien der Laubmoose sind denen der Lebermoose (§ 394, 395; Fig. 85) ähnlich gestaltet; nur besitzen sie meistens einen längeren Stiel und einen aus zwei (bei Sphagnum aus vier) Zellenschichten bestehenden Bauch, der allmälig in den aus 4—6 Zellenreihen gebildeten Hals übergeht. Der Ort ihrer Anlage ist dem der beblätterten Lebermoose entsprechend, ihre ersten Theilungen sind denen dieser Classe gleich. Während aber bei den Lebermoosen nach der Entstehung der beiden Stockwerke des Bauch- und Halstheiles letzterer sich einfach durch Querwände gliedert, setzt bei den Laubmoosen die der Deckelzelle der Lebermoose entsprechende Zelle die erste Theilung wiederholt fort, indem sie sich jedesmal als Scheitelzelle wieder vorstülpt und nun die drei Längswände und die die Deckelzelle bildende Querwand in sich anlegt Die Centralzelle verhält sich derjenigen des Lebermoos-Archegoniums gleich, die Oeffnung des Halses erfolgt wie bei den Lebermoosen.

410. Das junge, aus der befruchteten Eizelle hervorgehende Sporogonium bleibt nur bei Sphagnum in dem mitwachsenden Archegoniumbauche eingeschlossen. Bei allen anderen Laubmoosen wird letzterer frühe an seiner Basis abgesprengt und von dem rasch wachsenden Sporogonium als Haube (calyptra) emporgetragen. Diese ist entweder ringsum geschlossen und höchstens am unteren Rande geschlitzt (mützenförmig, Fig. 90 d und f); oder sie ist auf einer Seite der Länge nach bis fast zur Spitze gespalten, so dass sie seitlich der Kapsel anhängt (kappen- oder kaputzenförmige Haube — Fig. 90 e). Beim Aufspringen der Kapsel wird auch die Haube mit abgeworfen.

Abgesehen von kleinen Unregelmässigkeiten finden die ersten Theilungen des Sporogoniums durch schiefe Wände statt, die eine zweischneidige, wiederholt rechts und links Segmente abschneidende Scheitelzelle erzeugen (ähnlich also wie bei der Antheridienbildung — Fig. 88 B, C). Die Segmente theilen sich darauf durch Radialwände so, dass auf jedem

Querschnitte des Sporogoniums vier Quadrantenzellen liegen. Letztere werden weiter durch eine nicht genau radiale Wand in je eine vier- und eine dreiseitige Zelle (im Querschnitte gesehen) zerlegt, erstere dann durch eine Tangentialwand in eine innere und äussere Zelle getheilt. Auf diese Weise entstehen auf jedem Querschnitte vier innere (das Grundquadrat bildende) und eine Reihe sich weiter theilender peripherischer Zellen.

In dem unteren Theile des Sporogoniums erfolgen nun die weiteren Theilungen unregelmässig und dieses Gewebestück streckt sich zum Kapselstiele oder zur Seta, deren unterer Theil sich als Fuss in das Gewebe des Archegoniumgrundes und des Stammendes fest einbohrt, ohne jedoch mit diesen Organen zu verwachsen. Beide umgeben dann die Basis der Seta als Scheide oder Vaginula (Fig. 90 g: v). Nur bei den Andraeaeaceen und Sphagnaceen bleibt die Seta sehr kurz (Fig. 90 g); dagegen streckt sich in diesen Fällen das die Kapsel tragende Sprossende stielartig als sogenanntes Pseudopodium (Fig. 90 g: ps), das nicht mit der echten Seta verwechselt werden darf. Eben so wenig ist in diesen Fällen die oft durch den Fuss und die Scheide gebildete Anschwellung an der Spitze des Pseudopodiums (Fig. 90 g) der bei manchen Laubmoosen vorkommenden Anschwellung des Stielendes, der Apophyse (Polytrichaceen, Splachnaceen gleichbedeutend. — Entwickelung von Vorkeimfäden aus den inhaltreichen inneren Zellen des Kapselstieles ist bei mehreren Moosen beobachtet worden.

411. Aus dem oberen Theile des jungen Sporogoniums differenzirt sich durch regelmässige Theilungen aus den peripherischen Zellen die Kapselwand, aus den Zellen des Grundquadrates die Columella und der Sporensack.

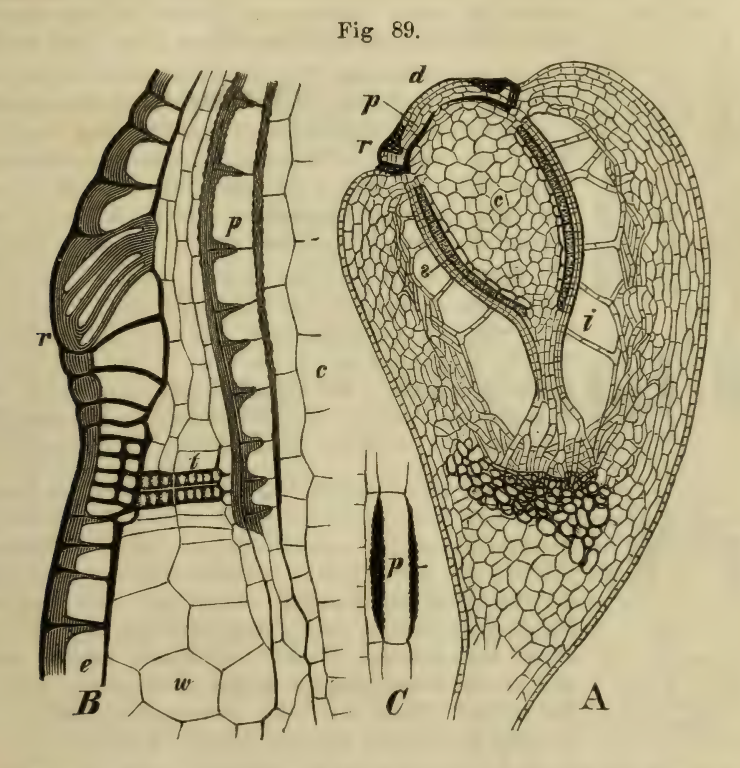
Die Kapselwand ist stets mehrschichtig, zu äusserst aus einer Epidermis mit gewöhnlich dickwandigen, gefärbten Zellen (Fig. 89 A, B: e) gebildet, welche im unteren Kapseltheile auch Spaltöffnungen entwickelt. Die innersten Wandschichten bestehen in der Regel aus einem lockeren Gewebe, das von dem Sporensacke durch einen weiten Intercellularraum (Fig. 89 A, i) getrennt ist, mit ihm aber durch confervenartige, verzweigte Zellenfäden stellenweise in Verbindung bleibt (Fig. 89 A). Der Sporensack wird nach der Wand zu meistens aus 2—3 Zellenschichten zusammengesetzt (Fig. 89 A: s), die eine hohlcylindrische, an Plasma reiche Zellenlage, die Mutterzellen der Sporen, umgrenzen. Letztere werden auch auf der Innenseite gewöhnlich durch eine schärfer differenzirte Zellenschicht, die Innenwand des Sporensackes, von einem centralen, parenchymatischen Gewebe, der Columella, abgegrenzt, welche mit dem unteren Theile der Kapselwand in Verbindung steht, indem sie den hier offenen Sporensack durchsetzt, und die nach oben hin sich ebenfalls durch den Sporensack in die Spitze der Moosfrucht hinein erstreckt (Fig. 89 A: c).

Einzelne Laubmoose weichen von diesem Typus dadurch ab, dass ihnen im reifen Zustande die Columella fehlt (Archidium), oder dass der Sporensack auf der Columellaseite weniger scharf begrenzt ist (Andraeaea), oder dass letzterer als ein glockenförmiges Gewebe die nicht die ganze Kapsel durchsetzende Columella überdeckt (Andraeaea; Sphagnum — Fig. 90 g: s).

412. In dem Mutterzellgewebe der Sporen bilden sich letztere zu je vier tetraëdrisch gelagerten Plasmaballen, die sich mit einer Membran um-

kleiden. Durch Auflösung der Mutterzellmembranen werden sie frei, so dass sie dann als ein lockeres Pulver den Sporensack der reifen Kapsel erfüllen.

Fig 89.



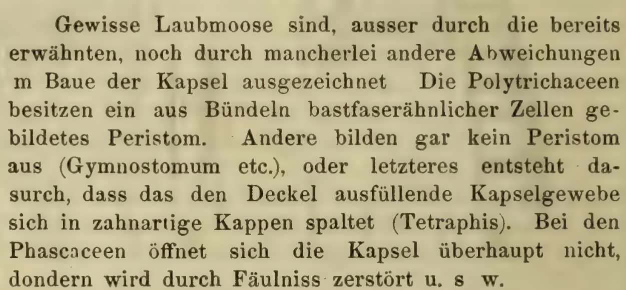
Während der Sporenentwickelung gehen namentlich im Scheitel der Kapsel noch eigenthümliche Veränderungen vor sich. Hier entstehen bei den meisten Moosen in grösserer oder geringerer Tiefe unter der Epidermis eigenthümliche Wandverdickungen, welche sich durch ganze Zellenzüge, eine kurze Strecke über dem Sporensacke beginnend, bogig bis in den Scheitel fortsetzen (Fig. 89 A—C: p) und den Mundbesatz der reifen Kapsel, das Peristom, bilden, dessen Structur eine äusserst mannigfaltige und für einzelne Gattungen charakteristische ist (Fig. 90 a—c). Bei vielen Moosen werden derartige Verdickungen in zwei Reihen hinter einander angelegt (Fig. 89 B), von denen dann die inneren gewöhnlich von den äusseren durch ihre Form verschieden sind und als Cilien bezeichnet werden; oder man unterscheidet beide als äusseres und inneres Peristom. Bei der

---

Fig. 89. Funaria hygrometrica. A. Längsschnitt einer nicht ganz reifen Kapsel (Vergr. 30). — B. Längsschnitt aus der unteren, äusseren Region des Deckels derselben. — C. Stück eines Querschnittes von B. — i Intercellularraum zwischen Wand und Sporensack s, c Columella, d Deckel, r Ring, p Peristom, e Epidermis der Kapselwand, w die innere Gewebeschicht der letzteren, t dickwandige Zellen zwischen Wand und Peristom.

Kapselreife werden die zwischen den betreffenden Wandverdickungen liegenden, dünn gebliebenen Membranpartien aufgelöst, so dass das Peristom in Form von Zähnen, gitterartig durchbrochenen Platten etc. allein stehen bleibt, die durch dickwandige Zellen mit der Kapselwand an ihrem Grunde in Verbindung stehen (Fig. 89 B, t).

Fig. 90.



In der Höhe der Peristombasis wird ferner sehr häufig noch eine ringförmige Zone von Epidermiszellen der Kapselwand eigenthümlich gestaltet und verdickt. Diese sich später in Folge von Quellung ausdehnenden Zellen bilden den Ring (annulus – Fig. 89 A, B, r), welcher den obersten Kapseltheil bei der Reife als sehr verschieden gestalteten Deckel (Fig. 89 A: d) abwirft.

Beim Aufspringen der Kapsel, welches durch die grosse Hygroscopicität des Peristoms vielfach gefördert wird, zerreisst der Sporensack Die vertrocknende Columella ragt dann nur in seltenen Fällen zur Kapselmündung heraus. Bei den Polytrichaceen wird eine zwischen den Spitzen der Peristomzähne ausgebreitete hautartige Gewebemasse als Epiphragma bezeichnet.

Gewisse Laubmoose sind, ausser durch die bereits erwähnten, noch durch mancherlei andere Abweichungen m Baue der Kapsel ausgezeichnet Die Polytrichaceen besitzen ein aus Bündeln bastfaserähnlicher Zellen gebildetes Peristom. Andere bilden gar kein Peristom aus (Gymnostomum etc.), oder letzteres entsteht dadurch, dass das den Deckel ausfüllende Kapselgewebe sich in zahnartige Kappen spaltet (Tetraphis). Bei den Phascaceen öffnet sich die Kapsel überhaupt nicht, dondern wird durch Fäulniss zerstört u. s w.

413. Die Laubmoose tragen durch ihren geselligen Wuchs, in Folge dessen sie oft weite Strecken mit ihrem Rasen überziehen, häufig zur Charakteristik der Vegetation mancher Gegenden bei. Mit den Flechten gehen sie am weitesten nach Norden und hier nehmen sie an der Tundrenbildung oft wesentlichen Antheil.

Fossil unterscheidet man 9 noch lebende Gattungen mit 28 Arten, sämmtlich im Tertiär, eine Anzahl von ihnen im Bernstein. Am reichsten ist unter ihnen die Gattung Hypnum (13 Arten) vertreten.

Die Classe zerfällt in vier Ordnungen.

I. Das Archegonium bleibt an der Basis der Kapsel als Scheide zurück, die Kapsel öffnet sich mit Deckel, die Columella wird von dem Sporensacke glockenförmig überdeckt: **Sphagna.**

II. Das Archegonium wird als Haube von der Kapsel emporgetragen.
   A. Die Columella wird vom Sporensacke glockenförmig überdeckt; die Kapsel öffnet sich mit vier Längsspalten: **Schizocarpae.**
   B. Die Columella steht sowohl unten als oben mit der Kapselwand in Verbindung, der Sporensack ist hohlcylindrisch.

Fig. 90. a Peristomzähne von Trematodon, b von Campylopus, c von Coscinodon. — d Kapsel mit Haube von Grimmia, e von Isothecium, f von Polytrichum. — g Längsschnitt der Kapsel von Sphagnum: s Sporensack, p Seta, v Scheide, ps Pseudopodium.

1. Die Kapsel öffnet sich nicht; die Sporen werden durch Verwesung der Kapselwand frei: **Cleistocarpae.**
2. Die Kapsel öffnet sich mit Deckel: **Stegocarpae.**

26. Ordnung. Sphagna.

414. (Fam 57.) Sphagnaceae (Torfmoose). Der Stengel besitzt nur in der Jugend Wurzelhaare. Seine Rinde besteht aus Lagen inhaltloser, spiralig verdickter Zellen, die auch in den Blättern (§ 407) sich finden und welche als Capillaren das Wasser wie ein Schwamm einsaugen und den oberen fortvegetirenden Stammenden zuführen. Die Zweige des Stämmchens entstehen neben jedem vierten Blatte. Gewisse Aeste setzen den Hauptstamm fort und werden durch allmälig von unten her erfolgende Verwesung desselben zu selbstständigen Pflanzen Andere, an der Basis bereits verzweigte Aeste legen sich zum Theil dem Hauptstamme nach unten herabhängend an, und bilden um ihn eine Hülle — Die Torfmoose sind monöcisch oder diöcisch. Die Antheridien tragenden Aeste sind schlank keulenförmig, mit sich dachziegelig deckenden, oft gelb oder roth gefärbten Blättern. Die Archegonien stehen an dem knospenartigen Ende sehr kurzer Zweige. — Die kugelige, kurz gestielte, sich mit einem Deckel öffnende Kapsel ist ohne Peristom, wird von einem Pseudopodium emporgetragen und durchbricht das Archegonium an der Spitze. Der glockenförmige Sporensack (Fig. 90 g: s) überdeckt die kurze, fast halbkugelige Columella. Neben grösseren Sporen werden in demselben Sporogonium oder in kleineren Kapseln noch kleinere, polyëdrische, nicht keimfähige Sporen entwickelt. — Der im Wasser entwickelte Vorkeim ist fadenförmig; die auf feuchter Erde keimende Spore bildet einen gelappten, flächenförmigen Vorkeim aus.

415. Die Torfmoose bewohnen stehende Gewässer, die sie in Folge rascher Vermehrung bald mit dichter Rasendecke überziehen und in denen sie als wichtigste Torfpflanzen die Torfbildung einleiten. Sie wachsen ferner in feuchten Wäldern und auf sumpfigen Wiesen, sowohl in der Ebene, als im Gebirge, und können auch hier unter günstigen Bedingungen Moorbildung hervorrufen. Die einzige Gattung Sphagnum zählt etwa 16 deutsche Arten.

27. Ordnung. Schizocarpae.

Die Ordnung der Spaltfrüchtler umfasst nur eine Familie:

416. (Fam. 58.) Andraeaeaceae Kleine acrocarpische Moose, welche in Gebirgen von 1000—4000′ auf nackten Felsen in braunen oder schwärzlichen Rasen wachsen. Die Kapsel ist, wie bei der vorigen Ordnung, kurz gestielt und wird von einem Pseudopodium emporgetragen und von einer Haube bedeckt. Sie öffnet sich mit vier Längsspalten, indem vier Klappen, die an der Spitze und Basis verbunden bleiben, reifenartig auseinander weichen. Die Stelle, wo die Längsspalten entstehen, liegen in der Mitte zwischen den ersten Quadrantenwänden. Der glockenförmige Sporensack überwölbt die säulenförmige Columella.

Nur eine Gattung, Andraeaea, mit wenigen Arten.

28. Ordnung. Cleistocarpae.

417 Die Ordnung der Faulfrüchtler enthält winzige Moose, deren Stämmchen bis zur Reife der Kapsel mit dem Vorkeime in Verbindung bleiben. Die Kapsel ist oft nur sehr kurz gestielt und dann die

Basis der Seta zu einem kugeligen Fusse angeschwollen (Archidium). Sie enthält in den meisten Fällen eine Columella, trägt eine Haube (bei Archidium nicht) und öffnet sich nicht mit Deckel, sondern zerreisst unregelmässig oder verfault.

Es werden mehrere kleine Familien unterschieden. Ihre wichtigsten deutschen Gattungen sind: Ephemerum; ohne Columella, Haube mützenförmig. — Archidium: Kapsel kugelig, ohne Columella; Archegonium unregelmässig zerreissend, daher keine eigentliche Haube. — Pleuridium: Haube kappenförmig, Kapsel gespitzt. — Sporledera: Haube mützenförmig, am Rande zerschlitzt, Kapsel zugespitzt. — Sphaerangium: Haube sehr klein, mützenförmig; Kapsel kugelig. — Phascum: Haube gross, kappenförmig; Kapsel mit stumpfer Spitze.

29. Ordnung. Stegocarpae.

418. Die Deckelfrüchtler öffnen die Kapsel stets durch Abwerfen eines Deckels, entweder unmittelbar oder mit Hülfe eines Ringes. — Sie bilden die Hauptmasse der Laubmoose und ihre wichtigsten deutschen Familien lassen sich folgendermassen gruppiren.

I. Unterordnung. Acrocarpae.

Gipfelfrüchtler: Kapsel endständig, seltener durch nachträgliche Zweigbildung seitenständig.

A. Blätter zweizeilig (nur bei c die der fruchtbaren Stengel mehrreihig).
- a. Blätter kahnförmig: Fissidenteae (Fissidens).
- b. Blätter pfriemenförmig, am Grunde scheidig: Distichiaceae (Distichium).
- c. Blätter der unfruchtbaren Stengel flügelartig am Grunde mit einander verschmelzend: Schistostegaceae (Schistostega).

B. Blätter in drei oder mehr Zeilen spiralig gestellt.
- a. Blätter aus 3—4 Schichten von Zellen gebildet, von denen eine innere aus chlorophyllführenden, schlauchförmigen Zellen besteht, die Aussenschichten aus farblosen, porösen Zellen zusammengesetzt werden (erinnert auch durch die weissliche Farbe an Sphagnum): Leucobryaceae (Leucobryum).
- b. Blätter mit Ausnahme des Nerven einschichtig.
  - 1. Blätter ohne Papillen.
    - α. Blattgewebe locker.
      - * Die sehr kleinen Blätter nur aus wenigen, sehr kleinen Zellen gebildet: Buxbaumiaceae (Buxbaumia).
      - ** Blätter aus zahlreichen grossen Zellen gebildet.
        - † Haube kappenförmig. Kapsel ohne Apophyse: Funariaceae (Funaria, Amblyodon, Entosthodon).
        - †† Haube mützenförmig. Kapsel mit kugeliger, birnförmiger oder scheibenförmiger Apophyse: Splachnaceae (Splachnum).
    - β. Blattgewebe dicht.
      - * Blätter am Grunde mit wesentlich anders gestalteten Zellen: Dicraneae (Dicranum, Dicranella).
      - ** Blätter am Grunde nicht anders gebaut.
        - † Blätter aus prosenchymatischen Zellen gebildet: Leptotrichaceae (Leptotrichum, Seligeria).
        - †† Blätter am Grunde aus rechteckigen, an der Spitze aus prosenchymatösen Zellen gebildet: Bryaceae (Bryum).
        - ††† Blätter aus fast regelmässig sechsseitigen oder quadratischen Zellen gebildet.
          - ○ Blätter ohne Lamellen: Mniaceae (Mnium).
          - ○○ Blätter auf der Oberseite mit Lamellen: Polytrichaceae (Polytrichum).
  - 2. Blätter mit Papillen.
    - α. Blätter wenig warzig.
      - * Kapsel kugelig, ohne Spaltöffnungen: Bartramiaceae (Bartramia).
      - ** Kapsel birnförmig, mit Spaltöffnungen: Meeseaceae (Meesea, Paludella).

β. Blätter stark warzig, glanzlos.
* Mundbesatz meist bleich: Orthotricheae (Orthotrichum).
** Mundbesatz meist purpurn oder braun: Grimmiaceae (Grimmia).

II. Unterordnung. Pleurocarpae.

419. Seitenfrüchtler: Früchte achselständig.

A. Blätter glanzlos, papillös oder warzig.
  a. Kapsel aufrecht, Stengel zerstreut beästet: Leskeaceae (Leskea, Anomodon).
  b. Kapsel übergeneigt, Stengel fiederig beästet: Thuidieae (Thuidium).
B. Blätter meistens glänzend, seltener glanzlos und dann ohne Papillen und Warzen.
  a. Blätter papillös: Pterogoniaceae (Pterogonium).
  b. Blätter ohne Papillen und Warzen.
    1. Aeusseres Peristom ohne Querleisten: Fabroniaceae (Anisodon).
    2. Aeusseres Peristom mit Querleisten.
      α. Innerer Mundbesatz ohne Zwischenwimpern.
        * Im Wasser fluthende Moose, Stengel dreireihig beblättert: Fontinalaceae (Fontinalis).
        ** Auf dem Lande an Felsen oder Bäumen lebende Moose mit vielreihig beblättertem Stengel: Neckeraceae (Neckera).
      β. Innerer Mundbesatz meistens mit Wimpern. Hypnaceae (Hypnum, Brachythecium, Plagiothecium etc.).

III. Gruppe.

Die Gefässkryptogamen.

420. Die Gefässkryptogamen zeigen stets einen beblätterten Stamm, der mit seltenen Ausnahmen (manche Hymenophyllaceen, Psilotum, Salvinia) auch Wurzeln entwickelt. Sein Gewebe differenzirt sich in Epidermis, Grundgewebe und Fibrovasalstränge. Letztere sind auf dem Querschnitte des Stammes zerstreut, durch Grundgewebe getrennt; sie sind ferner stets geschlossen, so dass dem Stamme ein Dickenwachsthum abgeht, zeigen im Uebrigen aber mannigfaltige Anordnung zu einander und auch manche Abwechselung in ihrem Baue, obgleich das Phloëm den Xylemkörper meistens scheidenartig umgiebt (§ 85). Die Verzweigung des Stammes ist bald monopodial, bald dichotom.

Die Blätter zeigen äusserst verschiedene Formen. In den allermeisten Fällen sind sie die Erzeuger ungeschlechtlicher Fortpflanzungsorgane, der Sporangien, die oft sogar auf eigenthümlich metamorphosirten Blättern oder Blatttheilen entwickelt werden.

421. Die in den Sporangien gebildeten Sporen sind bei manchen Ordnungen von zweierlei Form und Grösse. Aus ihnen entsteht bei der Keimung ein thallusartiger Zellenkörper, der Vorkeim oder das Prothallium, welches als Geschlechtsorgane Antheridien und Archegonien entwickelt. Bei zweierlei Sporen erzeugen die sogenannten Mikrosporen nur Vorkeime mit männlichen, die Makrosporen solche mit weiblichen Organen. Der aus der befruchteten Eizelle hervorgehende Embryo wird schon durch die ersten Theilungen in das Gewebe des ersten Blattes, der ersten Wurzel, des Stammscheitels und des Fusses differenzirt. Letzterer ist ein gewöhnlich wulstartig vortretendes Gewebe, welches sich dem fortwachsenden Archegoniumbauche dicht anschmiegt und dadurch dem Embryo Nahrung aus dem Vorkeime zuführt, so lange er nicht selbst in genügendem Maasse assimilirt.

Die beiden Abschnitte im Generationswechsel dieser Gruppe stehen also in der Weise denjenigen der Muscineen gegenüber, als die vollständig entwickelte, ungeschlechtliche Pflanze der Gefässkryptogamen dem Sporogonium der Moose, das geschlechtliche Prothallium der ersteren dem Vorkeime sammt der beblätterten Pflanze der letzteren entspricht.

422. So weit unsere Kenntnisse reichen, lassen sich die Gefässkryptogamen in folgende drei Classen eintheilen.

VII. Classe. Filicinae. Die Blätter sind im Verhältniss zum spärlich oder gar nicht verzweigten Stamme in der Regel mächtig entwickelt. Die Sporangien werden zahlreich auf der Unterseite, oder am Rande, oder im Inneren gewöhnlicher oder metamorphosirter Blätter oder Blattabschnitte entwickelt, die nicht auf bestimmte Regionen des Stammes beschränkt sind. Die Sporen sind von einerlei Form, oder Mikro- und Makrosporen.

VIII. Classe. Equisetinae. Die Blätter sind im Verhältniss zum gewöhnlich reichlich und quirlig verzweigten Stamme klein, scheidenförmig geschlossen und am Rande gezähnt. Die Sporangien werden zu mehreren auf der Unterseite quirlig gestellter metamorphosirter (schildförmiger und gestielter) Blätter entwickelt, die am Ende des Stammes oder seiner Zweige eine dichte Aehre bilden. Nur eine Art von Sporen, die sich vor denen aller anderen Gefässkryptogamen durch zwei sich kreuzende, mit der Sporenhaut verbundene, spiralig gewundene und sehr hygroskopische Schleudern auszeichnen.

IX. Classe. Lycopodinae. Die Sporangien stehen einzeln auf der Basis oder in der Achsel meist wenig entwickelter, häufig auf das Ende der Sprosse beschränkter, gewöhnlicher oder metamorphosirter Blätter. Sporen entweder gleich gestaltet, oder Mikro- und Makrosporen.

VII. Classe. Filicinae.

423. Die hieher gehörenden Ordnungen und Familien, deren Gesammtcharakter im § 422 gegeben wurde, lassen sich etwa in folgender Weise aneinander reihen.

I. Nur einerlei Sporen, welche meistens monöcische, grosse Vorkeime entwickeln (Isosporeae).

A. Die Sporangien entstehen frei auf der Oberfläche gewöhnlicher oder nur wenig umgestalteter Blätter.

a. Ohne Nebenblätter. Sporangien (so weit bekannt) sich nur aus einer Epidermiszelle entwickelnd: **Filices.**

1. Sporangien nahe der Mitte mit vollständigem, horizontalem oder schiefem Ringe, auf einem über den Blattrand als Columella vorragenden Nervenende sitzend und von einem zweiklappigen oder röhrenförmigen Indusium umgeben; Blätter fast immer einschichtig: Hymenophyllaceae.
2. Sporangien mit einem senkrecht über den Scheitel laufenden, unvollständigen Ringe: Polypodiaceae.
3. Sporangien mit einem schief über die Mitte verlaufenden, vollständigen Ringe: Cyatheaceae.
4. Sporangien mit einem vollständigen, fast horizontal etwas oberhalb der Mitte verlaufenden Ringe und gewöhnlich nur zu wenigen auf der Blattunterseite den Nerven aufsitzend: Gleicheniaceae.
5. Sporangien mit horizontalem, dicht unterhalb des Scheitels verlaufendem, vollständigem Ringe: Schizaeaceae.

6. Ring rudimentär, nahe dem Scheitel des Sporangiums auf der Aussenseite desselben nur von einer kleinen Gruppe dickwandiger Zellen gebildet: Osmundaceae.

b. Mit Nebenblättern. Sporangien aus einer ganzen Gruppe von Epidermiszellen hervorgehend, in der Regel mehrfächerig und ohne oder mit rudimentärem Ring: **Marattiaceae.**

B. Die Sporangien sind Gewebegruppen im Inneren metamorphosirter Blattabschnitte, welche auf der Vorderseite des Blattes entspringen. Ein Ring fehlt: **Ophioglossaceae.**

II. Mit zweierlei Sporen in zwei verschiedenen Sporangien: Makrosporangien mit nur einer Makrospore, Mikrosporangien mit zahlreichen Mikrosporen. Die Sporangien sitzen in zu „Früchten" umgestalteten Blättern vollständig eingeschlossen: **Rhizocarpeae.**

A. Makro- und Mikrosporangien in derselben Frucht: Marsiliaceae.

B. Makro- und Mikrosporangien in verschiedenen Früchten, erstere einzeln oder zu mehreren, letztere zu vielen: Salviniaceae.

1. Reihe. Isosporeae.

Nur einerlei Sporen, welche verhältnissmässig grosse, monöcische, seltener diöcische Vorkeime entwickeln.

30. Ordnung. Filices.

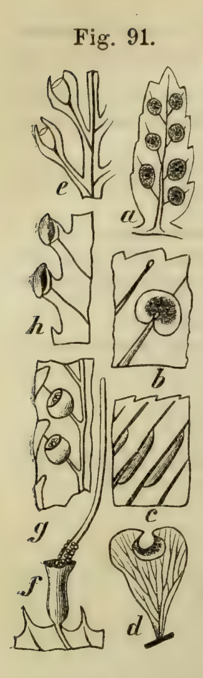
424. Die Axe der Farne ist bald ein im Boden oder auf der Erde oder an Baumstämmen kriechendes, oft fadendünnes Rhizom, bald ein schief aufsteigendes wenig entwickeltes Stämmchen, bald ein senkrechter, säulenartiger Stamm. Eine Verzweigung findet seltener statt wie bei anderen Pflanzen; sie scheint dann in gewissen Fällen dichotom zu sein und nur durch ungleiches Wachsthum der Gabeläste monopodial zu werden, in den meisten Fällen jedoch von vornherein monopodial aufzutreten. Gewöhnlich ist der ganze Stamm mit schuppenartigen Trichomen (Spreuschuppen), wenigstens an seinen jüngeren Theilen, bedeckt. Eben so häufig ist er dicht von Neben- und Adventivwurzeln eingehüllt, welche die früh absterbende Hauptwurzel der Farnkräuter ersetzen müssen. Ueber das Wurzelwachsthum ist § 103 nachzusehen.

Die Blätter stehen an Rhizomen oft weit vom nackten Scheitel entfernt und in zwei Zeilen geordnet; bei aufrechten oder aufsteigenden Stämmen aber hüllen sie den Vegetationskegel als Knospe ein und sind spiralig gestellt. In der Jugend sind sie mit der Spitze stets spiralig oder schneckenförmig nach vorne eingerollt. Ihr oft lange andauerndes Spitzenwachsthum wurde bereits im § 140, das Vorkommen von Brutknospen auf der Lamina und am Blattstiele im § 134 (S. 88) erwähnt.

In ihrer Gestalt und Grösse variiren die Blätter der Farne mehr, als die der meisten anderen Pflanzenfamilien. Vom kleinsten, kaum 1 Cmtr. langen, moosblattähnlichen Blatte der niedrigst organisirten Hymenophyllaceen, bis zu den 3—4 Meter langen und breiten, vier- bis fünffach gefiederten Blättern mancher Baumfarne giebt es eine lange Reihe mannigfaltiger Uebergänge. Ebenso wechselnd ist die namentlich für die Classification der fossilen und vieler Gattungen der lebenden Farne wichtige Nervatur, sowie das Vorkommen von Spreuschuppen und Haaren.

425. Die Sporangien der Farne entwickeln sich auf der Unterseite oder am Rande der Blätter, sehr selten auch auf der oberen Blattfläche (Olfersia). In den wenigsten Fällen sind sie gleichmässig (mit Ausnahme

Fig. 91.



der Mittelrippe) über die ganze Blattunterseite vertheilt, so dass diese dicht von Sporangien bedeckt wird (Acrostichaceen). Meistens entwickeln sie sich über bestimmten Stellen der Gefässbündel oder Nerven, kleine, bestimmt umschriebene Gruppen (Sori) bildend, die entweder nackt oder von einem schuppenartigen Trichomgebilde, dem Schleier oder Indusium, oder auch vom umgeschlagenen Blattrande bedeckt sind. Für die Unterscheidung von Gattungen ist die Gestalt und Anheftung des Schleiers, von dem einige Formen in Figur 91 dargestellt wurden, von Wichtigkeit (vergl. auch §§ 434, 435).

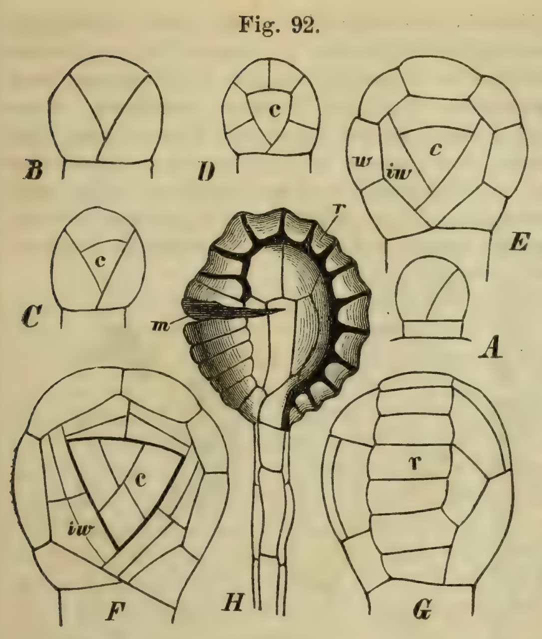
Bei manchen Gattungen oder Familien sind die sterilen und fructificirenden Blätter verschieden gestaltet (Blechnum — Lomaria), oder ein fructificirender Blattabschnitt unterscheidet sich durch seine Form von einem sterilen. Oft ist an den sporangientragenden Blatttheilen das Parenchym bis auf wenige Lagen um die Nerven herum reducirt (Osmunda, Aneimia etc.).

426. Die Sporangien eines Sorus stehen meistens auf einer über dem Nerven sich erhebenden Anschwellung des Blattparenchyms, dem Receptaculum, das häufig einen kurzen Nervenast aufnimmt. Das einzelne Sporangium tritt bei den Polypodiaceen als papillöse Ausstülpung einer einzelnen Epidermiszelle hervor, welche durch Querwand sich abgliedert und gleich darauf noch einmal durch eine Querwand (Basalwand) in einen Stiel und die eigentliche Sporenkapsel getheilt wird. In letzterer entstehen dann, unter Winkeln von etwa 120° im Kreise divergirend, nach einander drei geneigte, einander schneidende Wände (Fig. 92 A, B), welche drei peripherische (Wand-) Zellen und eine mittlere tetraëdrische Zelle bilden. Letztere zerfällt durch eine dem Scheitel parallele Wand in eine tetraëdrische Centralzelle (Fig. 92 C: c) und eine vierte Wandzelle. Aus den vier Wandzellen, die sich durch Radialwände weiter theilen (Fig. 92 D – F), entsteht die Sporangienwand, in welcher eine senkrecht über den Scheitel verlaufende Zellenreihe (Fig. 92 G, r) durch häufigere Theilungen sich zum etwas über die Sporangienoberfläche vortretenden Ringe differenzirt, dessen Innen- und Seitenwände sich stark verdicken (Fig. 92 H: r) und braun oder gelb färben, während die übrigen Wandzellen dünnwandig bleiben. Da, wo bei den Polypodiaceen der Ring auf der Vorderseite des Sporangiums endet, liegen in der Wand gewöhnlich schmale, quergestreckte Zellen, die den Mund (stomium) bilden, wo das Sporangium zur Zeit der Reife durch Streckung des hygroskopischen Ringes aufreisst (Fig. 92 H: m).

427. Die Centralzelle des jungen Sporangiums gliedert zunächst durch den ersten Hauptwänden parallele Theilungen vier Mantelzellen ab (Fig. 92 E: iw), welche sich durch Radial- und Tangentialwände weiter theilen

---

Fig. 91. Verschiedene Formen des Indusiums: a und b Aspidium (die zwei Hauptgruppen), c Asplenium, d Adiantum, e Davallia, f Trichomanes, g Cycathea, h Dicksonia; nat. Grösse. —



(Fig. 92 F: iw), später aber wieder aufgelöst und für die Ernährung der wachsenden Sporen verbraucht werden. Letztere entstehen durch wiederholte Zweitheilung der Centralzelle (Fig. 92 F: c) in gewöhnlich 16 Sporenmutterzellen und Viertheilung dieser, die entweder simultan nach den Ecken eines Tetraëders oder succedan in zwei einander rechtwinkelig kreuzenden Ebenen erfolgt. Im ersteren Falle sind die Sporen kugeltetraëdrisch (radiär) und mit drei leistenartigen, sternförmig auf dem Scheitel zusammenstossenden Verdickungen versehen, im letzteren bohnenförmig (bilateral) und mit nur einer Längsleiste auf der concaven Seite. Die gewöhnlich gefärbte Sporenmembran, welche erst nach erfolgter Theilung der Mutterzellen um den Plasmainhalt derselben sich bildet, besitzt ein derbes, cuticularisirtes Exosporium mit verschiedenartigen localen Verdickungen und ein zartes, farbloses Endospor. Im Plasma ist bald Chlorophyll vorhanden, bald nicht. Im ersteren Falle tritt die Keimung bereits kurze Zeit nach dem Ausfallen der Sporen ein.

In Bezug auf Form des Sporangiums, des Ringes und Stieles treten bei den einzelnen Familien mancherlei Verschiedenheiten auf, die zur Classification benutzt werden (§ 423).

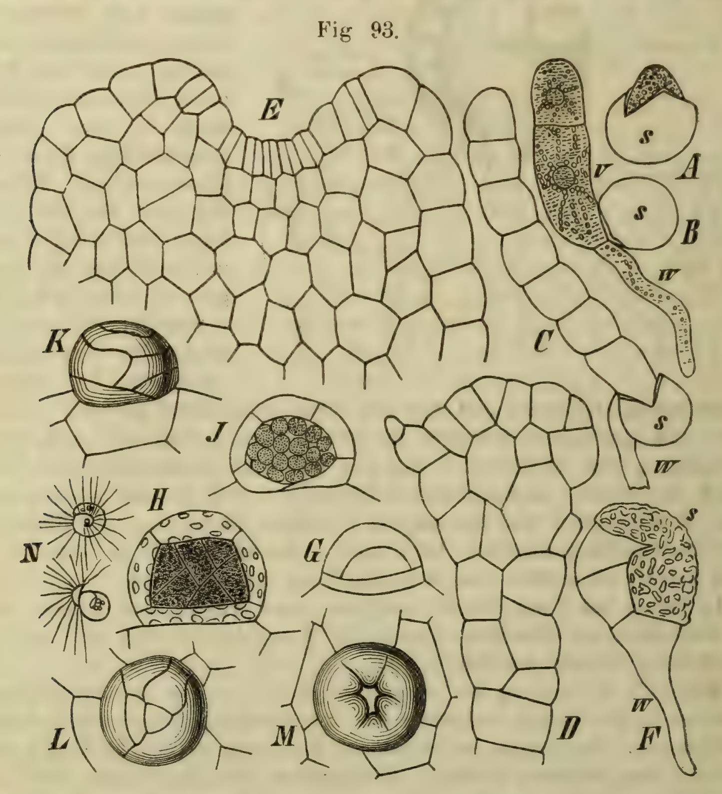
428. Die Keimung der Sporen beginnt bei den Hymenophyllaceen oft schon in der Kapsel und die ersten Theilungen finden bereits in der noch geschlossenen Spore statt, so dass beim Zersprengen des Exospors durch das allein den Vorkeim bildende Endosporium letzterer schon drei- oder vierzellig ist. In allen anderen Fällen sprengt das sich dehnende Endosporium das Exospor, dessen Risse in der Mitte der Leisten (§ 427) desselben verlaufen, und tritt als Papille hervor (Fig. 93 A), die sich schlauchförmig verlängert und bei den Osmundaceen durch Querwand als erstes Wurzelhaar (Fig. 93 F: w) abgetrennt wird, während der eigentliche Vorkeim vorläufig vom Exospor (Fig. 93 F: s) bedeckt bleibt. Bei den übrigen Familien, deren Sporen-Keimung bekannt ist, wird der zuerst vortretende

---

Fig. 92. A–G. Entwickelung des Sporangiums von Aspidium trifoliatum (Vergr: 350). — H. Reifes geöffnetes Sporangium von Lindsaya repens (Vergr. 250) — c Centralzelle, w Wand, iw innere Wandschicht (Mantelzellen), r Ring, m Mund.

Theil des Endospors zum Vorkeim, das erste Wurzelhaar durch Ausstülpung einer sich schlauchartig verlängernden Papille an dessen Basis gebildet (Fig. 93 B: w). Die Theilungen im Vorkeime erfolgen nicht strenge nach einer Regel. Bei den Osmundaceen wird der Vorkeim gewöhnlich schon durch die ersten Wände zur Zellenfläche, oft sogar zum Zellenkörper. Bei den Polypodiaceen und Cyatheaceen dagegen stellt er meistens zuerst eine Zellenreihe dar (Fig 93 B, C), die durch in ihren vorderen Zellen auftretende Längs- und Querwände in eine Zellenfläche umgewandelt wird, wobei bald eine zweischneidige, rechts und links segmentirende Scheitel-

Fig 93.



zelle von kurzer Dauer auftritt (Fig. 93 D), bald diese fehlt und eine Reihe gleichwerthiger Randzellen von Anfang an das Flächenwachsthum durch abwechselnde Radial- und Tangentialtheilungen vermittelt (Fig. 93 E). Durch rasches Wachsthum der seitwärts von dieser Zellenreihe gelegenen, sich sehr unregelmässig theilenden Zellen wird der Vorkeim gewöhnlich bald

---

Fig. 93. A – C Keimung der Sporen von Dicksonia antarctica (Vergr. 200). – D, E Vorderer Theil zweier Vorkeime von Aspidium Filix mas (Vergr. 120) — F Keimende Spore von Todea (Vergr. 240). – G—H. M Antheridien von Aneimia hirta (Vergr. ca. 300). — J – L Antheridien von Osmunda regalis (Vergr. 200). — N Spermatozoiden von Osmunda (Vergr. 500). — s Sporenhaut, v Vorkeim, w erstes Wurzelhaar.

herzförmig (Fig. 93 E); am Rande auftretende Adventivsprosse machen ihn oft unregelmässig lappig. In seiner mittleren Region, vom in der Einbuchtung gelegenen Vegetationspunkte nach hinten hin, treten endlich Theilungen parallel der Vorkeimfläche ein, so dass hier ein Gewebepolster als eine Art Mittelrippe entsteht, während die flügelartigen Seiten des Vorkeimes einschichtig bleiben. Auf diesem Gewebepolster, das auf der Unterseite stark vorspringt, entstehen auch die meisten der einzelligen Wurzelhaare. — Der oft über einen Centimeter lange und breite, gewöhnlich zarte Vorkeim zeichnet sich durch freudig grüne Färbung aus.

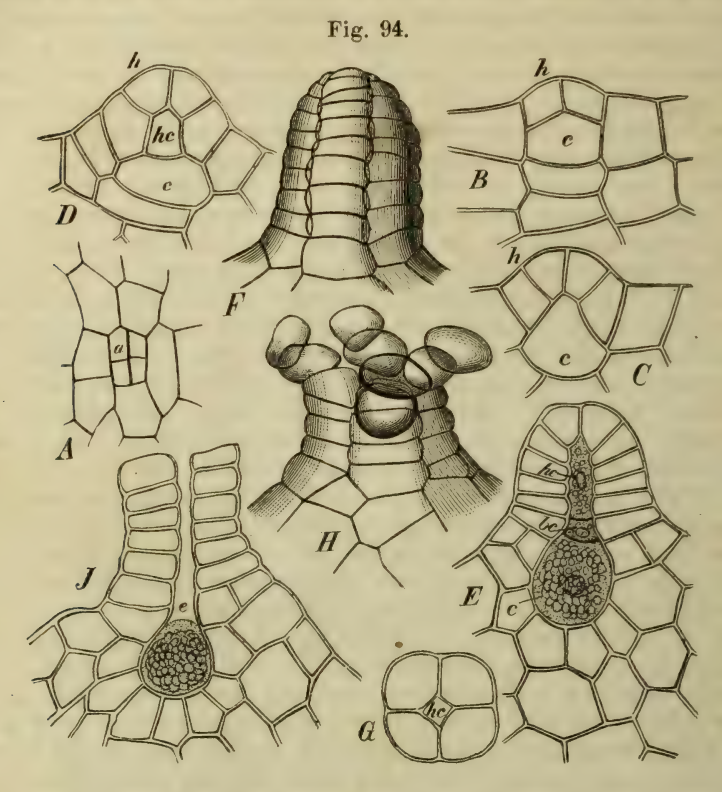
429. Der Vorkeim der Farne zeigt selten Neigung zur Diöcie; er ist fast immer monöcisch und entwickelt die Antheridien am Rande oder auf den einschichtigen Flügeln, die Archegonien auf dem Gewebepolster, beide auf der Unterseite und letztere in der Regel etwas später als die ersteren.

Die Antheridien sind halbkugelig über die Vorkeimfläche tretende Zellenkörper, deren einschichtige Wand eine Anzahl zuletzt kugeliger Zellen als Mutterzellen der Spermatozoiden einschliesst (Fig. 93 J–L). Das einzelne Antheridium ist zunächst eine halbkugelige Zelle, welche sich in verschiedener Weise theilt. Bei Aneimia entsteht zuerst eine Querwand, der sich eine glockenförmige Wand allseitig aufsetzt (Fig. 93 G). Die Aussenzelle zerfällt dann durch eine etwas über der Mitte sich bildende Ringwand in eine Deckenzelle und Ringzelle (Fig. 93 H im Durchschnitt). Bei Osmunda treten statt der ersten Querwand zwei einander schief aufgesetzte Wände auf und die dann in gleicher Weise entstehende glockenförmige Aussenzelle theilt sich durch über den Scheitel verlaufende senkrechte Wände in vier oder mehr, später meist wellig gebogene Zellen (Fig. 93 K und L, letztere von oben). In beiden Fällen entstehen aus der Centralzelle durch wiederholte Zweitheilung (Fig. 93 H) die Mutterzellen der Spermatozoiden. In jeder derselben entwickelt sich ein schraubig gewundener Samenkörper, der an den ersten Windungen auf der einen Kante eine Reihe beweglicher Wimpern trägt (Fig. 93 N), während das stärkere Hinterende beim Verlassen der durch einen Riss des Antheridienscheitels (Fig. 93 M) entleerten, ihre Membran lösenden Mutterzellen gewöhnlich noch einen Rest des Plasmas seiner Mutterzelle als Blase eine Zeit lang mitschleppt.

430. Die Archegonien sind bei den Farnen sehr gleichmässig gebaut und entwickeln sich auch bei allen in derselben Weise. Eine oberflächlich gelegene Zelle des Vorkeimpolsters theilt sich zuerst durch eine der Oberfläche parallele Wand in eine Innen- und Aussenzelle; erstere liefert die im Vorkeimgewebe eingeschlossen bleibende Centralzelle (Fig 94 B: c), letztere den sich vorwölbenden Hals Dieser wird zunächst durch übers Kreuz entstehende senkrechte Wände in vier Zellen zerlegt (Fig. 94 A: a in der Flächenansicht — B, h im Längsschnitt), welche durch eine schlauchförmige Verlängerung der Centralzelle nach aussen vorgewölbt werden (Fig. 94 C), dabei sich wiederholt durch Querwände theilen (Fig, 94 C—F, letztere die Körperansicht zeigend) und so die vier Zellenreihen des verschieden langen und oft etwas gekrümmten Halses liefern. Während letzterer emporwächst, gliedert sich die Verlängerung der Centralzelle als Halscanalzelle durch eine Querwand ab (Fig. 94 D, G: hc) und dann wird noch einmal eine niedrige Bauchcanalzelle (Fig. 94 E: bc) von der Centralzelle abgeschnitten. Bei der

Reife des Archegoniums werden die Wände beider Canalzellen in Gallerte umgewandelt; der Hals, dessen Zellenreihen an der Spitze aus einander weichen (Fig. 94 H), wird geöffnet, ein Theil des Canalinhaltes ausgestossen

Fig. 94.

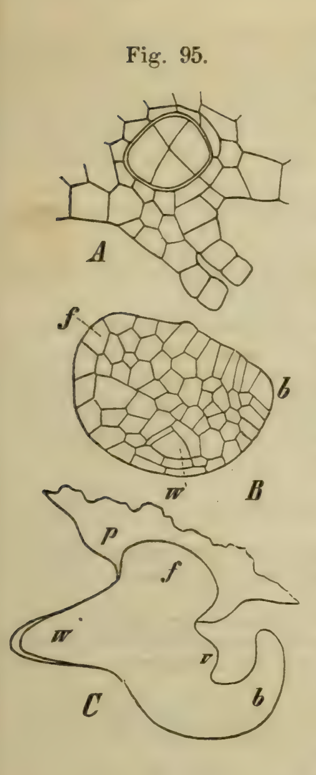


(vgl. § 395, S. 218) und so das aus dem Plasma der Centralzelle gebildete Ei (Fig. 94 J: e) für die Samenkörper zugänglich gemacht, von denen einer in das vordere hellereEnde, den Empfängniss- oder Befruchtungsfleck, eindringt.

431. Das befruchtete Ei entwickelt sich als Embryo zum jungen Farnkraute. Nach Umhüllung mit einer Membran theilt sich dieser durch eine der Archegoniumaxe ziemlich parallele Wand in zwei halbkugelige Zellen, die sich abermals sofort durch zwei senkrecht zur ersten Wand stehende Wände in Kugelquadranten theilen (Fig. 95 A), während der untere Theil des Archegoniumhalses durch Vorwölbung seiner Zellen sich schliesst, der obere Theil abstirbt. Jede der vier Quadrantenzellen aber

---

Fig. 94. Entwickelung des Archegoniums von Osmunda. A Erste Anlage von der Fläche gesehen, B dieselbe im senkrechten Durchschnitt. — C—E Weitere Entwickelungsstufen, Längsschnitt. — F Geschlossener und H geöffneter Hals. — G Hals im Querschnitt. — J Zur Befruchtung reifes Archegonium. — a Archegonium, h Hals desselben, c Centralzelle, e Ei, bc Bauchcanalzelle, hc Halscanalzelle. — Vergr. von B—J=240, A schwächer.



entwickelt sich durch weitere Theilungen zu einem bestimmten Organe der jungen Pflanze: aus der vorderen unteren Zelle geht das erste Blatt (Fig. 95 B: b), aus der unteren hinteren die schon früh ihre Scheitelzelle zeigende erste Wurzel (Fig. 95 B: w) hervor; aus dem vorderen oberen Quadranten (oder einem Theile desselben) entwickelt sich der Stammscheitel (Fig. 95 C: v), der unmittelbar über dem ersten Blatte liegt, und aus dem oberen hinteren ein eigenthümliches Organ, der Fuss (Fig. 95 B, C: f — § 421), der die Verbindung des Embryo mit dem Vorkeime herstellt. Schliesslich wird der Archegoniumbauch durchbrochen, und während die Wurzel in den Boden dringt, wachsen Stammscheitel und namentlich das erste Blatt im Bogen nach vorne und zwischen den Lappen des Vorkeimes aus der Einbuchtung desselben nach oben. Die ersten (Primordial-) Blätter sind stets von den entwickelten Blättern der betreffenden Art sehr verschieden und einfacher gebaut. Erst nach und nach gehen die folgenden Blätter in die Normalform über.

432. Die Classe der Farne, deren Artenzahl sich auf etwa 3300 beläuft, erreicht ihren grössten Formenreichthum in den Tropen und subtropischen Regionen, wo sie besonders in feuchten, schattigen Wäldern heimisch sind.

Fossil kennt man circa 900 Arten, die in 154 Gattungen untergebracht werden. Von diesen sind indessen über 100 Arten Stämme, Blattstiele etc., deren Zugehörigkeit zu Blättern unbekannt ist. Von den übrigen sind meistens nur sterile Blätter bekannt, die nach dem Verlaufe der Nervatur bestimmt und (mit Ausnahme der lebenden Gattungen angehörenden Arten aus den jüngeren Formationen) in die fünf Familien der Sphenopterideen, Neuropterideen, Pecopterideen, Taeniopterideen und Dictyopterideen gegliedert werden. Fructificationen sind bei fossilen Farnen verhältnissmässig selten. Die ersten Farne treten im Devon auf. Eine sehr hohe Entwickelung erreichen sie in der Steinkohlenperiode, aus welcher die Gattungen Sphenopteris, Neuropteris, Pecopteris u. a. in vielen Arten bekannt sind. Auch in der Trias und namentlich im Jura sind sie noch reich und in zum Theil sehr eigenthümlichen Gattungen (besonders der Dictyopterideen) vertreten. Die mit lebenden identificirten Gattungen treten vom Jura an auf (Gleichenia). Lygodium und Asplenium finden sich auch schon in der Kreide, die meisten jedoch erst im Tertiär (namentlich Pteris, Blechnum, Polypodium, Aspidium, Osmunda).

433. (Fam. 59.) Hymenophyllaceae. Das Blattparenchym ist mit wenigen Ausnahmen einschichtig und ohne Spaltöffnungen. Die Sori sind immer randständig und der fructificirende Nerv setzt sich über den Blattrand hinaus als oft lang fadenförmige, vom Indusium ganz oder theilweise

---

Fig. 95. Pteris aquilina, Embryoentwickelung nach Hofmeister. A Archegonium mit dem vierzelligen Embryo. — B Etwas älterer Embryo. — C Junge Pflanze, welche eben das Prothallium durchbrochen hat Vergr. von A und B = 300, C schwächer vergr. — v Vegetationskegel b Blatt, w Wurzel, f Fuss, p Prothallium.

eingeschlossene Columella fort (Fig. 91 f), an welcher die Sporangien in basipetaler Anordnung entwickelt werden. Das Sporangium ist sitzend oder kurz gestielt; es öffnet sich mit einem senkrechten Riss und sein Ring ist vollständig und verläuft schief oder fast horizontal etwa über die Mitte desselben. Der Vorkeim erinnert in seinen ersten Entwickelungsstadien an denjenigen der Muscineen (§ 428).

Trichomanes besitzt ein röhren- oder trichterförmiges, Hymenophyllum ein zweiklappiges Indusium.

Die meisten der etwa 200 Arten sind Tropenbewohner; zu ihnen gehören die kleinsten und einfachst gebauten Farne. Hymenophyllum tunbridgense kommt sehr selten im Uttewalder Grunde in der sächsischen Schweiz vor.

434. (Fam. 60.) Polypodiaceae. Der senkrecht über den Scheitel verlaufende Ring des meistens mit einem (aus 2 oder 3 Zellenreihen bestehenden) Stiele versehenen Sporangiums ist nicht vollständig (Fig. 92 H); das Aufspringen desselben erfolgt durch einen Querriss Die Stellung der Sori und die Form und Anheftung des Indusiums sind sehr verschieden.

Circa 2800, grösstentheils in den Tropen vorkommende Arten.

Man unterscheidet sechs Unterfamilien.

1. Davalliaceae. Sorus randständig oder fast randständig, mit becherförmigem Indusium (Fig. 91 e): Davallia.

2. Pterideae. Sori nahe vor dem Rande des Blattes, oft zu einer Reihe verschmolzen, vom umgeschlagenen Blattrande als Schleier bedeckt: Pteris, Cheilanthes, Adiantum (Fig. 91 d).

3. Aspidieae. Sori einzeln auf der Unterseite des Blattes, rundlich, mit schild- oder nierenförmigem Schleier (Fig. 91 a, b); selten ohne Schleier und dann von den Polypodieen durch die sich vom Rhizome nicht abgliedernden Blattstiele zu unterscheiden: Aspidium, Cystopteris, Woodsia, Phegopteris (ohne Schleier).

4. Asplenieae. Sorus unterseits, länglich oder linienförmig, das Indusium lang gestreckt, seiner ganzen Länge nach der Seite des Nerven angeheftet (Fig. 91 c): Asplenium, Blechnum, Scolopendrium.

5. Polypodieae. Sorus auf der Unterseite des Blattes, nackt; Blattstiel unter Zurücklassung einer Narbe sich vom Rhizome abgliedernd: Polypodium.

6. Acrosticheae. Sporangien die ganze Blattunterseite bedeckend: Acrostichum.

435. Deutsche Gattungen sind folgende:

I. Fruchtbare und unfruchtbare Blätter verschieden gestaltet.
   A. Fruchtbare Blätter einfach fiedertheilig.
      1. Fruchtbare Fiedern fast flach. Sorus lang, linienförmig, meist die ganze Fiederlänge zu jeder Seite des Mittelnerven einnehmend. Schleier nach dem Mittelnerven zu offen: Blechnum.
      2. Fruchtbare Fiedern durch Umrollung des Blattrandes rundlich, knotig-uneben, nach Ausstreuung des Sporen verflacht. Sori rundlich, fast die ganze Unterseite bedeckend, ihr Schleier nach dem Fiederrande zu offen: Onoclea.
   B. Fruchtbare Blätter mehrfach getheilt. Sori zu einer Linie am Fiederrande verschmolzen, von letzterem als Schleier bedeckt: Allosorus.
II. Fruchtbare und unfruchtbare Blätter gleich.
   A. Sorus ohne Schleier.
      1. Sori rundlich.
         a. Blattstiel gegliedert: Polypodium.
         b. Blattstiel ungegliedert: Phegopteris.
      2. Sori linienförmig.
         a. Sori auf dem ganzen Rücken der Nerven: Gymnogramme.
         b. Sori nur auf der Seite des Nerven, wie bei Asplenium und von dieser Gattung nur durch das Fehlen des Schleiers verschieden: Ceterach.
   B. Sorus mit Schleier.
      1. Schleier unterständig (d. h. unter dem Fruchthaufen entspringend, daher dieser oft scheinbar nackt).
         a. Schleier halbseitig, muschelförmig, zuletzt zurückgeschlagen: Cystopteris.

b. Schleier allseitig, napfförmig, am Rande in haarartige Zipfel zerschlitzt: Woodsia.

2. Schleier oberständig, von oben her den Sorus bedeckend.

a. Schleier am Blattrande entspringend, Sorus randständig.

† Sorus und Schleier linienförmig: Pteris.

† † Sorus und Schleier rundlich, in Einbuchtungen des Blattrandes sitzend: Adiantum.

b. Sorus und Schleier von der Blattunterfläche entsp ngend.

† Schleier schild- oder nierenförmig, Fruchthaufen rundlich: Aspidium.

† † Schleier und Fruchthaufen länglich, linienförmig.

α. Sori einzeln, Schleierränder (bei unseren Arten) alle nach einer Richtung geöffnet: Asplenium.

β. Sori paarweise genähert, ihre Schleier mit den freien Rändern einander zugekehrt und wenigstens in der Jugend sich mit denselben gegenseitig deckend: Scolopendrium.

Officinell ist der Wurzelstock von Aspidium Filix mas Sw. (Rhizoma Filicis — Bestandtheile: fettes Oel, Harz, Filixsäure etc.), welches durch ganz Europa, Nordasien und Nordamerika verbreitet ist. Im Handel kommt oft die aus Südafrika stammende Radix Pannae (von Aspidium athamanticum Kze) vor. Obsolet ist das Rhizom von Polypodium vulgare.

436. (Fam. 61.) Cyatheaceae. Von den Polypodiaceen wesentlich nur durch den schief neben dem Stiel herlaufenden, vollständigen Ring verschieden.

Etwa 200 Arten, die fast sämmtlich in den Tropen, namentlich in Südamerika, zu Hause sind und unter denen die meisten baumförmigen Wuchs zeigen.

a. Sori auf dem Ende der Nerven am Blattrande: Cibotium und Dicksonia besitzen ein Indusium, das mit dem Blattzahne einen zweiklappigen Behälter bildet, Thyrsopteris ein gestieltes becherförmiges Indusium. — b. Sori auf der Blattfläche: Alsophila ohne, Cyathea mit becherförmigem, Hemitelia mit muschelförmigem Indusium.

437. (Fam. 62.) Gleicheniaceae. Sporangien auf der Blattunterseite zu 2—4, seltener mehr, die Sori bildend, sitzend, mit horizontal oder schief um die Mitte verlaufendem, vollständigem Ringe, durch Längsriss sich öffnend.

Etwa 40 Arten, meistens in den Tropen; Stamm kriechend; Wachsthum der meist wiederholt gabelig gefiederten Blätter von sehr langer Dauer (§ 140). Gleichenia.

438. (Fam. 63.) Schizaeaceae. Sporangien meistens auf metamorphosirten Blattabschnitten, sitzend oder kaum gestielt, mit scheitelständigem, vollständigem Ringe, durch einen Längsspalt sich öffnend.

Etwa 70 Arten, meist in den Tropen. Lygodium besitzt mehrere Meter lange, gefiederte Blätter mit windender Mittelrippe; seine Sporangien stehen einzeln unter einem taschenförmigen Indusium auf den Zähnen metamorphosirter Blattzipfel oder Fiedern. Bei Schizaea stehen die Sporangien reihenweise auf ährenförmigen Blattlappen. Bei den meisten Formen von Aneimia sind die beiden untersten Blattfiedern lang gestielte, mit Sporangien bedeckte Rispen ohne Blattparenchym, an denen die einzelnen Sporangien aus der Scheitelzelle der metamorphosirten Blattlappen hervorgehen. Bei Mohria sitzen die Sporangien auf den Zähnen gewöhnlicher Blattfiedern.

439. (Fam. 64.) Osmundaceae. Sporangien kurz und dick gestielt, ohne Ring; statt dessen nahe unter dem Scheitel auf der Rückenseite eine eigenthümliche Gruppe dickwandiger, allmälig in die gewöhnlichen Wandzellen übergehender Zellen (rudimentärer Ring), von welcher aus sie sich auf der Bauchseite mit einem Längsspalt öffnen.

10 Arten, von denen die auch in Deutschland vorkommende Osmunda regalis über alle Erdtheile verbreitet ist. Die Arten der Gattung Osmunda tragen die zahlreichen Sporangien an metamorphosirten, parenchymlosen, rispenartigen Blattabschnitten (O. regalis an der Spitze des Blattes), oder an eben solchen Blättern. Bei Todea stehen sie auf der Unterseite gewöhnlicher Blätter, die bei der Untergattung Leptopteris, wie bei den Hymnophyllaceen, einschichtiges Parenchym haben.

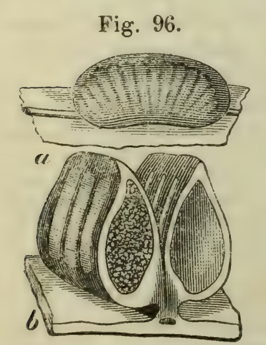
31. Ordnung. Marattiaceae.

440. (Fam. 65.) Marattiaceae. Die Axe der Gattung Kaulfussia ist ein oberirdisch kriechendes Rhizom, diejenige der übrigen Marattiaceen (Marattia, Angiopteris, Danaea) ein aufrechter Stamm, der bei Angiopteris bis fast 1 Mtr. Höhe und Durchmesser erreicht, bei allen im Allgemeinen fast kugelige Form besitzt, ohne sich zu verzweigen. Die (besonders bei Marattia und Angiopteris) meist mächtig entwickelten Blätter haben an der etwas verdickten Blattstielbasis zwei kräftige, schuppenförmige Nebenblätter, die nach dem Abfallen des Blattes stehen bleiben und die ganze Stammoberfläche bedecken. Aus ihnen entstehen (oft schon am Stamme) sehr leicht Adventivknospen. In der Knospe sind die Blätter, wie bei den Farnen, schneckenförmig nach vorne eingerollt.

Die Sporangien entstehen auf der Unterseite der Blätter über den Nerven und zwar aus einer ganzen Gruppe von Epidermiszellen, die zuerst das Receptaculum bildet. Auf diesem erheben sich bei Angiopteris mehrere freie, einfächerige Sporangien aus Gruppen von Epidermiszellen, die in zwei Längsreihen geordnet sind. Das einzelne Sporangium besitzt ferner bei dieser Gattung eine derbe mehrschichtige Wand und auf dem Scheitel einen rudimentären Ring als Gruppe dickwandiger Zellen, ähnlich wie bei demjenigen der Osmundaceen; es öffnet sich mit einem Längsspalt auf der Bauchseite.

Bei der Gattung Marattia entsteht auf dem Receptaculum nur ein Sporangium, das in Form zweier Längswülste sich erhebt, die später an ihrem ganzen Rande mit einander verschmelzen, um sich erst bei der Reife wieder zu trennen. In dem anfänglich ganz gleichmässigen Gewebe jeder einem Wulste entsprechenden Sporangiumhälfte entsteht eine Längsreihe von Fächern, die durch zwischenliegende Scheidewände stärker verdickter Zellen getrennt sind und aus deren centralem Gewebe zahlreiche Sporen durch endliche Viertheilung der Mutterzellen erzeugt werden. Auf eine einzelne Zelle ist hier und bei Angiopteris das Sporenmutterzellgewebe nicht zurückzuführen. Das reife Sporangium, dessen Wand stets aus mehreren Zellenlagen besteht, öffnet sich wie eine zweiklappige Kapsel (Fig. 96) und entlässt auf der Innenseite jeder Hälfte die Sporen durch Längsrisse, die sich in der Zahl der Fächer zwischen Gruppen dünnwandig gebliebener Zellen bilden.

Fig. 96.



Die Sporangien von Danaea sind ähnlich denen von Marattia gebaut; nur öffnet sich jedes Fach durch ein auf dem Scheitel entstehendes Loch. Bei Kaulfussia ist das Sporangium napfförmig; die Fächer liegen zum Kreise geordnet und öffnen sich durch je eine Längsspalte nach der centralen Grube zu. — Die mehrfächerigen Sporangien von Marattia, Danaea und Kaulfussia werden vielfach auch als Sori verwachsener Sporangien (so viel als Fächer) betrachtet.

Fig. 96. Sporangium von Marattia cicutaefolia, a von der Seite (Vergr. 5), b geöffnet und halbirt.

441. Aus den keimenden Sporen von Marattia bilden sich ziemlich grosse, sehr langsam und oberirdisch wachsende, dicke, saftige, dunkelgrüne Vorkeime, welche Neigung zur Diöcie zeigen. Ihre Antheridien sind ganz eingesenkt und werden sowohl auf der Unter-, als auch auf der Oberseite gebildet. Ihre Mutterzelle, die nicht über die Oberfläche vortritt, theilt sich durch eine der letzteren parallele Wand in eine grosse Centralzelle, welche durch wiederholte Zweitheilung die Mutterzellen der Spermatozoiden liefert und in eine flache Aussenzelle, welche die Decke des Antheridiums bildet und sich durch mehrere einander schneidende, senkrechte Wände in einige peripherische und eine kleine dreiseitige, mittlere Zelle theilt; letztere wird bei der Entleerung des Antheridiums in der Regel ausgestossen. Die Spermatozoiden sind wie bei den Farnen gestaltet.

Die Archegonien stimmen in ihrer Entwickelung mit denen der Farnkräuter überein. Nur ist ihr Hals aus nur 2—4 Zellenetagen gebildet, von denen höchstens die zwei oberen über die Vorkeimfläche vortreten, so dass das Archegonium in seiner Form sehr an dasjenige von Salvinia (Fig. 98 c) erinnert.

Die Befruchtnng findet wie bei den Farnen statt; die jüngeren Embryonen sind unbekannt, die ältesten wie bei den Farnkräutern gegliedert. Stämmchen und erstes Blatt durchbrechen den ganzen Vorkeim senkrecht nach oben, die Wurzel durchwächst ihn senkrecht nach abwärts.

442. Die Marattiaceen, circa 20 Arten enthaltend, sind Tropenbewohner. Fossil treten sie vom Keuper bis Tertiär (Miocen) auf (Angiopteridium, Marattiopsis). Scolecopteris ist durch die prächtige Erhaltung der im Chalcedon (der Dyas?) eingeschlossenen Sporangien bemerkenswerth, die denen von Marattia nahe kommen, deren Fächer aber im oberen Theile getrennt sind.

32. Ordnung. Ophioglosseae.

443. (Fam. 66.) Ophioglossaceae. Das kurze, aufrechte, in der Erde steckende Stämmchen ist äusserst selten verzweigt und wächst sehr langsam. Sein Vegetationskegel steckt tief zwischen den Blattscheiden. Auch von den langsam wachsenden Blättern (§ 140) ist jedes jüngere von der Scheide und den Nebenblättern der älteren umschlossen. Das von Blättern freie ältere Stück des Stammes ist dicht mit Blattnarben und dicken, fleischigen Wurzeln bedeckt. Letztere entwickeln durch Adventivknospen häufig neue Pflanzen.

Die Blätter sind so verzweigt, dass ein fructificirender Spross aus der Vorderseite des sterilen entspringt (bei Ophioglossum palmatum sind mehrere Sporangienähren vorhanden). Bei Ophioglossum sind beide Zweige meist einfach, bei Botrychium und Helminthostachys wieder verzweigt.

444. Die Sporangien sind vollständig in das Gewebe des fertilen Blattes eingesenkte, von dem gewöhnlichen Parenchym umgebene und von der normalen Epidermis als äusserste Wandschicht überzogene Zellencomplexe, die bei

Fig. 97.

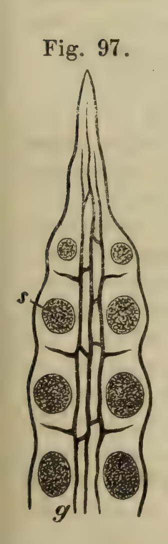


Fig. 97. Längsschnitt aus der Spitze der Sporangienähre von Ophioglossum vulgatum, wenig vergrössert. g Gefässbündel, s Sporenfächer.

Ophioglossum in zwei Reihen in der sogenannten Aehre (Fig. 97, s), bei Botrychium einzeln in je einem letzten Zipfel des rispigen Blatttheiles liegen. Die Sporenmutterzellen theilen sich in vier tetraëdrisch gelegene Zellen, deren Plasma sich mit einer Membran umhüllt und so zur Spore wird, während die Mutterzellmembranen sich lösen. Die Rissstelle der sich quer öffnenden Sporenfächer ist durch zwei über einander liegende Schichten kleinerer, zarterer Zellen schon früh in der Wand kenntlich gemacht (Ophioglossum).

Der Vorkeim entwickelt sich unterirdisch als ein chlorophyllloser knolliger, parenchymatischer Gewebekörper, der sich bei Ophioglossum in einen wurmförmigen, bis mehrere Centimeter langen Auswuchs verlängert und welcher beiderlei Geschlechtsorgane trägt. Die Antheridien sind dem Vorkeimgewebe vollständig eingesenkt, von einer bis zwei Zellenlagen bedeckt. Ihre Spermatozoiden sind denen der Farne ähnlich. Die Archegonien treten nur mit einem kurzen Halse hervor. Ihre Entstehung scheint denen der Farne zu gleichen. Die Entwickelung des Embryo ist nicht vollständig bekannt.

445. Die Ophioglossaceen sind arm an Formen. Man kann etwa 12 Arten unterscheiden, von denen das gemeine, über die ganze Erde verbreitete und sehr variirende Ophioglossum vulgatum allerdings oft in viele Arten gespalten wird. In Deutschland sind heimisch:

Ophioglossum: Fertiler Blatttheil ährenförmig.

Botrychium: Fertiler Blatttheil doppelt bis mehrfach fiedertheilig (rispenförmig).

Ein fossiles Ophioglossum wird aus dem Tertiär beschrieben.

II. Reihe. Heterosporeae.

Es werden zweierlei Sporen in zwei verschiedenen Sporangien entwickelt: in Mikrosporangien viele Mikrosporen, welche einen rudimentären männlichen Vorkeim mit Antheridium liefern — und den weiblichen Vorkeim mit Archegonien erzeugende Makrosporen in Makrosporangien.

33. Ordnung. Rhizocarpeae.

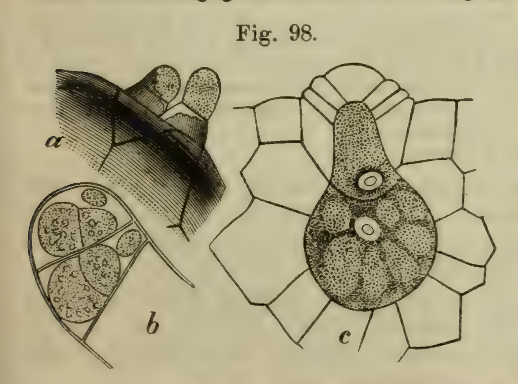
Die Sporangien entstehen in Früchten, welche metamorphosirte Blätter oder Blattzipfel sind, und die entweder nur Makro- oder Mikrosporangien (Salviniaceae) oder beide durcheinander (Marsiliaceae) einschliessen.

446. (Fam. 67.) Salviniaceae. Diese Familie ist in Deutschland nur durch die Salvinia natans vertreten: eine kleine, schwimmende Wasserpflanze, deren dünnes, verzweigtes Stämmchen nur einen centralen Fibrovasalstrang enthält, in der Rinde weite, regelmässig gelegene Luftgänge führt und mit einer zweischneidigen Scheitelzelle wächst, welche nach rechts und links Segmente abschneidet. Die Blätter stehen zu dreien im Quirl: je zwei Blätter mit flacher, ungetheilter, ovaler Spreite entspringen auf der Rückenseite und sind die „Luft- oder Schwimmblätter“, deren Gewebe zwei Lagen grosser Luftkammern enthält, die durch einschichtige Scheidewände getrennt werden; das dritte „Wasserblatt“ entsteht auf der Bauchseite des Stengels und hängt als wurzelartiges Organ, in viele behaarte Zipfel zerschlitzt, ins Wasser hinab. Eine echte Wurzel fehlt.

447. Die Sporangien sind in einfächerige Früchte eingeschlossen. Dieselben sind ziemlich kugelig, fast erbsengross, behaart, braun und entspringen zu 4—8 büschelig auf kurzem Stiele zwischen den Zipfeln des

Wasserblattes. Ihre Wand ist von einer Schicht bogig von oben nach unten verlaufender Luftkanäle durchzogen. Die oberen Früchte enthalten gewöhnlich Makro-, die unteren Mikrosporangien. Jede Frucht ist ein metamorphosirter Blattzipfel, welcher zu der die Sporangien entwickelnden Columella (Receptaculum) auswächst, während an seiner Basis ein Ringwulst von Zellen sich erhebt, der emporwächst und über der Columella zu einer endlich ganz geschlossenen Hülle, der Sporenfruchtwand, zusammenneigt. Letztere gleicht somit dem unterständigen Indusium mancher Farne (Hymenophyllaceen, Cyathea-Arten, bei denen jedoch der Schleier offen — Diacalpe, bei welcher Gattung er vollständig, wie hier, geschlossen ist). Die Mikrosporangien sind kugelig und lang gestielt, die Makrosporangien eiförmig und kurz gestielt. Beide stimmen in ihrer Entwickelung mit denen der Polypodiaceen überein, bilden aber in ihrer zuletzt auch einschichtigen Wand keinen Ring aus. Die aus der Centralzelle hervorgehenden 16 Sporenmutterzellen entwickeln in den Mikrosporangien 64 Mikrosporen; dieselben liegen einer aus den zerstörten Mutterzellen hervorgegangenen schaumigen Schleimmasse eingebettet, die später hart wird und dann eine anscheinend zellige Structur zeigt. Die Makrosporangien entwickeln sich bis zur Anlage der Sporen ganz gleich. Von da ab bildet sich aber nur eine Spore weiter aus. Diese wächst, ihre Schwestersporen verdrängend, mächtig heran, füllt bald das ganze Sporangium aus und wird von dem aus den resorbirenden Zellen entstehenden Schaume überzogen, der das am Scheitel dreilappige Episporium bildet. Nach Entwickelung der Sporenfrüchte geht die einjährige Pflanze zu Grunde. Die Früchte werden durch Verwesung geöffnet. Die Keimung findet im Mai statt.

Fig. 98.



448. Die Mikrosporen bleiben bei der Keimung im Sporangium eingeschlossen. Das schlauchförmige, sehr rudimentäre, männliche Prothallium, welches die einzelne Spore entwickelt, durchbricht Schaummasse und Sporangiumwand und tritt mit seinem stumpfen Ende nach aussen (Fig. 98 a). Letzteres wird durch eine Querwand abgegliedert. Das dadurch angelegte Antheridium theilt sich durch eine Querwand in zwei Zellen und in jeder Zelle bilden sich durch zweimalige Zweitheilung des grössten Theiles des Plasmas vier Spermatozoiden (Fig. 98 b), die durch deckelförmiges Aufreissen des Antheridiums frei werden.

Das weibliche Prothallium entsteht innerhalb des Scheitels zu-

---

Fig. 98. Salvinia natans, nach Pringsheim a Stück vom Umfange eines Mikrosporangiums mit Antheridien. b Spitze des Mikrosporenschlauches mit dem zweizelligen Antheridium. c Archegonium. a=250, b=580, c=300 mal vergr.

nächst als eine Ansammlung dichten Plasmas, welche in eine Anzahl Zellen zerfällt, die sich erst später mit Membran umhüllen und zu einem kleinen Gewebekörper, dem Vorkeim, verschmelzen, der durch eine Membran (Diaphragma) von dem die Reservestoffe führenden übrigen Sporenraume abgegrenzt ist Sporenmembran und Sporangien werden dann über dem Scheitel des chlorophyllreichen Vorkeimes gesprengt, der aber die Makrospore nicht abstreift, sondern mit ihr in Verbindung bleibt. In seiner Grösse bleibt er hinter dem der Farne zurück Die Entwickelung des Archegoniums (Fig. 98 c) erfolgt ähnlich wie bei den Farnkräutern. Sein Hals bleibt kurz, wie bei den Marattiaceen.

449. Nach der Befruchtung schliesst sich der Halscanal des Archegoniums und der Embryo theilt sich zuerst durch eine Wand in eine hintere, unter der Archegoniummündung gelegene, und eine vordere Zelle. Letztere wird durch eine weitere (auf die erste senkrechte) Wand in eine untere, den Vegetationskegel des Stämmchens liefernde, und in eine obere, das erste schildförmige Blatt bildende Zelle getheilt. Aus der ganzen hinteren Zelle geht der Fuss des Pflänzchens hervor (vergl. § 431, Fig. 95 A). Das Prothallium wächst während der Heranbildung des Embryo rechts und links in je einen flügelartigen Lappen aus, der weit neben der Spore herunterhängt. An dem aus dem Vorkeime hervortretenden Pflänzchen werden die beiden auf das schildförmige Blatt folgenden gestielten, den Schwimmblättern schon ähnlichen Blätter auch noch einzeln angelegt. Erst am vierten Knoten des Stämmchens entwickelt sich der erste normale Blattwirtel.

450. Die Salviniaceen umfassen kaum ein Dutzend Arten, von denen Salvinia natans durch ganz Europa, Nordasien und Nordamerika verbreitet ist. Die nur in wärmeren Klimaten vorkommende Gattung Azolla besitzt statt der Wasserblätter Wurzeln, zeichnet sich aber vorzüglich dadurch aus, dass die Makrospore des einzeln stehenden Sporangiums auf ihrem Scheitel eine Anzahl eigenthümlicher, schaumiger Schwimmapparate besitzt und dass die die Mikrosporen einbettende Schaummasse in Stücke gegliedert ist, welche auf ihrer Oberfläche haarartige Fortsätze (Glochiden) tragen.

Fossil sind 5 Arten von Salvinia im Tertiär.

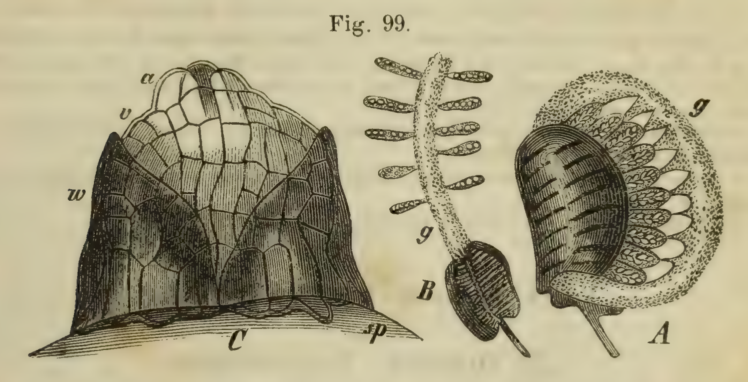
451. (Fam 68.) Marsiliaceae. Diese Familie enthält Land- oder Sumpfpflanzen, deren kriechender Stengel auf der Bauchseite echte Wurzeln in acropetaler Folge, auf dem Rücken zweizeilig gestellte Blätter entwickelt. Die Scheitelzelle des Stammes ist tetraëdrisch; ihre eine Segmentreihe ist bauchwärts gekehrt, die beiden anderen Reihen sind dem Rücken zugewendet. Die Blätter sind bei Pilularia stielartig, ohne Spreite, bei Marsilia mit einer viertheiligen Spreite versehen, deren Blättchen periodische Bewegung in Folge von Lichtwechsel zeigen (§ 262).

Die Sporenfrüchte entstehen auf der Vorderfläche oder an der Basis des Blattstieles. Sie besitzen eine harte, feste Wand, die unter der mit Spaltöffnungen versehenen, meist stark behaarten Epidermis zwei Lagen dickwandiger, harter Palisadenzellen zeigt. Bei Pilularia sind sie 2—4fächerig, 2 4klappig aufspringend (bei P. globulifera 4fächerig), die Fachwände von einem weichen, schleimigen Parenchym gebildet, dessen Fächer beiderlei Sporangien auf einem breiten, leistenartigen, der Fruchtwand ansitzenden Receptaculum entwickeln.

452. Die Früchte von Marsilia sind bohnenförmig, zweiklappig, im Inneren mit zwei Reihen von Fächern versehen, deren Receptaculum auf

der Aussenwand herabläuft und die Makrosporangien auf seinem Rücken, die Mikrosporangien auf den Seiten trägt. Bei der Keimung werden diese Fächer von einem innen an der Kante der Frucht ringförmig verlaufenden, aus stark quellenden Parenchymzellen bestehenden Gewebe zwischen den sich öffnenden Klappen hervorgezerrt (Fig. 99 A: g), so dass sie an dem wurmartig sich streckenden Gallertringe wie Fiedern in zwei Reihen hängen (Fig. 99 B).

Fig. 99.



Die Entwickelung der als Papille sich vorwölbenden Sporangien weicht von derjenigen der Salviniaceen und Farne dadurch ab, dass sie sich zuerst mittelst einer in Folge schiefer Wände entstehenden, dreischneidigen Scheitelzelle theilen, ehe die obere Wandzelle von der Centralzelle abgeschnitten wird. Die weitere Ausbildung verläuft derjenigen der Salviniaceen ähnlich, doch sind die Sporen nicht in Schaummassen eingebettet. Dagegen besitzt die einzige sehr grosse Makrospore eine doppelte, prismatisch-geschichtete Gallerthülle (Episporium), die in der Nähe des Scheitels mächtig entwickelt ist und hier eine trichterförmige Grube bildet, in deren Grunde der warzig vortretende Sporenscheitel liegt.

453. Ein eigentliches männliches Prothallium der Mikrosporen kommt bei den Marsiliaceen kaum zur Andeutung. Das Plasma contrahirt sich zu einem innerhalb eines safterfüllten, anfänglich noch Stärkekörner enthaltenden Raumes (dem rudimentären Prothallium) schwimmenden Ballen, der durch drei auf einander senkrechte Theilungen in acht Portionen zerfällt, von denen jede vier, sich mit einer Membran umhüllende, tetraëdrisch gelagerte Spermatozoiden-Mutterzellen liefert. Bei Pilularia zeigt der Samenkörper 4–5, bei Marsilia 12—13 Windungen. Die Spermatozoiden werden sammt dem quellenden Endosporium aus der platzenden Mikrospore entleert.

Das weibliche Prothallium bildet sich wie bei Salvinia, ist aber kleiner. Es sitzt dem Scheitel der klappig aufreissenden Spore auf (Fig. 99 C: v) und bleibt auch hier mit der Makrospore in Verbindung. Der Embryo theilt sich durch eine ziemlich senkrechte Wand in eine vordere

Fig 99. Marsilia salvatrix. A sich öffnende Frucht (Vergr. ca. 3). — B Fruchtwand mit Stück des Gallertstranges (nat. Gr.). — C Scheitel der Makrospore mit Prothallium (Vergr. 230). — g Gallertring mit Sori, a Archegonium, v Vorkeim, w zerrissene Sporenhaut, sp Sporenscheitel. Nach Hanstein.

grössere und hintere kleinere Zelle; jede derselben zerfällt durch eine Horizontalwand in einen oberen und unteren Quadranten. Aus dem vorderen oberen Quadranten geht, wie bei Salvinia, das erste Blatt, aus dem unteren der Stammscheitel hervor; der hintere obere Quadrant entwickelt sich dagegen zur ersten Wurzel, der untere zum Fuss der Keimpflanze. Das erste Blatt der letzteren ist spreitenlos; die folgenden Blätter entwickeln zuerst eine einfache, dann die weiteren Blätter eine zwei- bis vierlappige Spreite, bis schliesslich die normal getheilten Blätter auftreten.

454. Man kennt 58 Arten in 2 Gattungen, von denen Marsilia 53, Pilularia 5 enthält. Die meisten derselben kommen in den Tropen, besonders in Neuholland, vor. Deutschland besitzt von jeder Gattung eine Art:

Marsilia: Blätter mit viertheiliger, kleeartiger Spreite. Früchte bohnenförmig, vielfächerig, 2klappig (M. quadrifolia).

Pilularia: Blätter pfriemenförmig, spreitenlos. Früchte kugelig, 2—4fächerig, 2—4 klappig (P. globulifera).

Im Tertiär kommen eine Pilularia und eine Marsilia vor.

VIII. Classe. Equisetinae.

(§ 422.)

34. Ordnung. Equisetaceae.

455. (Fam. 69.) Equisetaceae. Der äussere Aufbau der Schachtelhalme ist ein von dem aller übrigen Gefässkryptogamen so abweichender, dass dieselben mit keiner anderen Form der Gruppe verwechselt werden können. Der unterirdische Stamm, wie dessen oberirdische Sprosse und deren Verzweigungen, bestehen aus einer Anzahl meist hohler Internodien, die durch niederige, scheibenförmige Knoten, resp. Scheidewände, von einander getrennt werden. Jedes Internodium zeigt auf dem Querschnitte einen Kreis von Gefässbündeln, die dasselbe senkrecht und isolirt durchziehen, dagegen im Knoten sich in je zwei Aeste spalten und durch diese so anastomosiren, dass sämmtliche Anastomosen eine fortlaufende Zickzacklinie bilden. In dem einzelnen Gefässbündel tritt ein durch Zerstörung der ältesten Gefässe gebildeter Luftgang, die Carinalhöhle auf. Die Lage der Gefässbündel ist äusserlich gewöhnlich schon durch Vorsprünge des Internodiums (Riefen) angedeutet, die sich anatomisch durch das Vorkommen bastfaserartiger Zellen unter der Epidermis auszeichnen. Die einzelnen Riefen sind dann durch (dem Parenchym zwischen den Gefässbündeln entsprechende) Rillen getrennt, unter denen im Stengelgewebe stärkere Luftgänge, die Valecularhöhlen, liegen. In den auf einander folgenden Internodien alterniren alle diese Elemente mit einander.

456. Der grosse Vegetationskegel der Endknospe ist durch seine mächtige Scheitelzelle ausgezeichnet, deren Segmentirung bereits im § 101 (Fig. 33 C—E) erläutert wurde. Dass die jugendlichen Internodien ein Mark besitzen, durch dessen Zerreissung erst später die Centralhöhle gebildet wird, wurde ebenfalls schon erwähnt (§ 105).

Die quirlig gestellten Zweige des unterirdischen Rhizomes, wie der oberirdischen Sprosse sind sämmtlich (als einzige Ausnahme unter den Gefässpflanzen) endogenen Ursprunges und durchbrechen das Rindengewebe und die Basis der Scheidenblätter. Die Zahl der an den letzten Verzweigungen auftretenden Riefen, Rillen, Gefässbündel etc. ist eine geringere,

als die der stärkeren Sprosse. An den Rhizomen mancher Equiseten (namentlich bei E. arvense und E. Telmateja) entwickeln sich kurze, knollenförmige, eirunde oder birnförmige, reich mit Stärke gefüllte Sprosse oder auch solche Sprossketten, die längere Zeit ruhen können und dann durch Weiterwachsen neue, gewöhnliche Sprosse bilden.

457. Die Blätter der Equiseten sind scheidenförmig, cylindrisch oder glockenförmig aufgebaucht, am Rande mit so viel Zähnen versehen, als das zugehörige, unter ihnen stehende Internodium Gefässbündel besitzt. Auch sie zeigen oft den Zähnen entsprechende Carinalfurchen und unter den Einschnitten stehende Commissuralfurchen.

Das einzelne Blatt entsteht unterhalb des Vegetationskegels als ein einheitlich angelegter Gewebe - Ringwulst, auf dessen Kante eine Reihe zweischneidiger (Scheitel-)Zellen liegt, die sich durch abwechselnd dem Stengel zu- und abgeneigte Wände theilen. Auf der Kante des sich bald als Cylinder erhebenden Blattes werden dann in regelmässigen Abständen die Zähne desselben als kleine Zellenhöcker angelegt. Eine Verwachsung ursprünglich freier Blätter findet also hier, wie auch in vielen anderen Fällen, in denen man von verwachsen-blätterigen Organen redet, nicht statt.

458. Die Sporangien entwickeln sich an metamorphosirten Blättern, welche stets das Ende eines normalen oder auch eigenthümlich umgestalteten Haupttriebes (§ 461) oder seiner Seitensprosse einnehmen und hier einen dichten, zapfen- oder ährenförmigen Fruchtstand bilden. Zwischen dem letzten Scheidenblatte und der Sporangienähre ist noch ein eigenthümliches Blatt eingeschaltet, das als Ring bezeichnet wird und oft auch auf kurzen Zähnen einzelne Sporangien trägt. Die sporangientragenden Blätter werden in derselben Weise, wie die sterilen Scheidenblätter, angelegt; nur entwickelt sich ihr scheidenförmiger Theil in Folge schwachen intercalaren Wachsthumes nur wenig, während dagegen die den Zähnen der sterilen Blätter entsprechenden Zellhöcker eine bedeutendere Ausbildung erlangen. Diese sind zuerst halbkugelig; ihr unterer Theil bleibt aber bald dünner und wächst zum wagerecht abstehenden Stiele, der obere sich stärker entwickelnde zum Schildchen des Sporangienträgers heran, das in Folge des von den benachbarten Schildern ausgeübten Druckes bald polygonal wird.

459. Auf der Unterseite des gewöhnlich sechsseitigen Schildchens, also der Axe zugewendet, entstehen meistens 5—10 säckchenförmige, ringlose Sporangien, die als kleine Gewebehöcker angelegt werden, deren äussere drei Zellenlagen die Wand, eine innere Zellengruppe die Mutterzellen der Sporen liefern. Von den Wandschichten ist bei der Sporenreife nur die äusserste, dann durch einen Längsriss auf der dem Stielchen zugekehrten Seite sich öffnende Schicht erhalten, deren Zellen sich durch Spiral- und Ringfaserverdickungen auszeichnen. Die durch Viertheilung (§ 61) der Mutterzellen entstandenen Sporen sind durch die wiederholte Hautbildung charakterisirt. Die äusserste Membran erhält schon sehr früh Verdickungen in Form zweier Schraubenbänder, die durch sehr schmale, zarte Hautstreifen getrennt sind. Unter ihr bilden sich noch zwei weitere Hautschichten, die nur an einer Stelle mit der Aussenhaut in Verbindung stehen. Letztere zerreisst bei der Reife in ihren zarten Partieen und die beiden austrocknenden, sehr hygroskopischen Schraubenbänder rollen sich

als an ihren Enden spatelförmig verbreiterte Elateren, die zusammen ein vierarmiges Kreuz bilden, mit grosser Lebhaftigkeit auf, bei Aufnahme einer sehr geringen Wassermenge (wie etwa durch Anhauchen) sofort wieder um die Spore zusammen.

460. Die Keimung der Sporen erfolgt schon nach wenigen Tagen oder Stunden in ähnlicher Weise, wie bei den Farnen. Die chlorophyllreichen Vorkeime sind gewöhnlich zuerst schmal bandförmig, später meistens vielfach gelappt. Sie zeigen vielfach Diöcie: kleinere Prothallien erzeugen Antheridien, grössere Archegonien.

Die Antheridien entstehen an den Vorkeimlappen. Ihre Spermatozoiden, die grössten unter den Gefässkryptogamen, besitzen am stärkeren Hinterende einen flossenartigen Saum, sind aber sonst denen der Farne ähnlich. Die Archegonien stimmen in ihrer Entwickelung mit denen der Farne (§ 430) überein. Doch geht die Halscanalzelle etwa nur bis zur Mitte des Halses hinauf, dessen vier oberste Zellen sich durch sehr bedeutende Länge und dadurch auszeichnen, dass sie beim Oeffnen des Archegoniums sich wie Hörner nach aussen krümmen.

Der junge Embryo zeigt, wie bei den Farnen, vier Quadrantenzellen (§ 431), aus deren einer der Fuss, aus einer anderen der Stammscheitel hervorgeht, der schon bald sein erstes Blatt als Ringwulst anlegt. Der erste aus ihm entstehende Spross besitzt nur dreizähnige Blätter; die von diesem erzeugten Hauptverzweigungen entwickeln erst nach und nach die normale Blattform mit zunehmender Stärke der Sprosse.

461. Die Familie enthält nur eine Gattung mit 25 Arten, von denen viele eine sehr weite geographische Verbreitung zeigen, von denen Europa 12 (Deutschland 12), Amerika 21 besitzt. Neuholland hat keine Equiseten.

Die Classification erfolgt nach der Lage der eigenthümlich gebauten Spaltöffnungen (§ 75) in der kieselerdereichen Epidermis (§ 33), nach dem Auftreten besonders gebauter fructificirender Triebe etc.

I. **Equiseta phaneropora** (Equisetum). Schliesszellen der Spaltöffnungen im Niveau der übrigen Oberhautzellen.

A. Equiseta heterophyadica. Fruchtbare Stengel von den sterilen sehr verschieden, weisslich, roth oder braun, zuerst immer astlos, oder nach Ausstreuung der Sporen ganz absterbend. E. arvense, Telmateja, pratense, sylvaticum.

B. Equiseta homophyadica. Fruchtbare und unfruchtbare Stengel gleich gebaut, grün, meistens verzweigt. E. limosum, palustre, litorale.

II. **Equiseta cryptopora** (Hippochaete). Spaltöffnungen tief unter dem Niveau der benachbarten Epidermiszellen. E. ramosissimum, hiemale, trachyodon, variegatum, scirpoides.

Unter den tropischen Formen erreicht E. giganteum die bedeutende Höhe von 10—30 Fuss.

Manche Arten (E. hiemale etc.) werden ihrer Härte wegen zum Poliren des Zinns benutzt (Scheuerkraut).

Fossil finden sich echte Equiseten in riesigen Dimensionen von der Trias (Buntsandstein) an. Andere Gattungen treten jedoch schon in der Steinkohlenperiode auf. Von diesen ist namentlich Equisetites (E. lingulatus) zu erwähnen, zu welchem die bisher als Annularia beschriebenen Sporangienstände gehören, die sich von denen der echten Equiseten wesentlich nur durch die Einschaltung steriler Wirtel völlig getrennter Blätter zwischen die ebenfalls aus völlig getrennten Blättern bestehenden fruchtbaren Quirle unterscheiden.

Den Equisetaceen ausserordentlich nahe verwandt ist die nur fossil vorkommende Familie der Calamarieen (Calamites), die, bereits im Devon auftretend, während der Steinkohlenzeit ihre mächtigste Entwickelung erlangte. Ihre gerieften und gegliederten Stämme erreichten eine Höhe bis zu 12 Metern und darüber. Die schmal lineal-lanzettlichen, nadelförmigen, an dünnen Zweigen stehenden Blätter wurden lange Zeit als eigene Form unter dem Namen Asterophyllites beschrieben.

IX. Classe. Lycopodinae.

462. Die Verzweigung der Axe und der Wurzel ist eine dichotome, weshalb die Classe auch wohl den Namen der Dichotomen führt. Die Blätter sind meistens klein, fast stets einfach, sehr selten in zwei Lappen gespalten. Die Sporangien werden stets einzeln als Zellenhöcker auf der Basis der Blattoberseite oder in der Blattachsel auf dem Stamme angelegt. Sie stehen gewöhnlich am Ende der Sprosse und dann tragen diese meistens anders gestaltete und kleinere Blätter.

Die drei Ordnungen mit je einer (lebenden) Familie unterscheiden sich kurz durch folgende Merkmale.

I. **Isosporeae.** Nur einerlei, auf der Blattbasis entwickelte Sporangien mit einerlei Sporen. Blätter ohne Ligula. Prothallium gross, selbständig, chlorophylllos, unterirdisch, mit beiderlei Geschlechtsorganen: Lycopodiaceae.

II. **Heterosporeae.** Makro- und Mikrosporangien. Blätter an der Basis mit Ligula. Prothallien klein, diöcisch, sich nicht von der Spore trennend.

1. Stamm kurz, knollig, nicht verzweigt, mit langen, stielrunden, an der Basis scheidigen Blättern, welche nahe am Grunde die Sporangien in einer Grube tragen. Makrosporen zu vielen in einem Sporangium: Isoëtaceae.
2. Stamm lang, dünn, reich verzweigt, mit meist vierzeilig gestellten Blättern mit kleiner, flacher Spreite. Sporangien frei in der Blattachsel. Makrosporen zu vieren in einem Sporangium: Selaginelleae.

I. Reihe. Isosporeae.

Die Sporangien liefern nur eine Art Sporen, welche grosse, selbständig und unterirdisch lebende, chlorophylllose, monöcische Vorkeime entwickeln.

35 Ordnung. Lycopodiaceae.

463. (Fam. 70) Lycopodiaceae. Die Familie der Bärlappgewächse enthält vier Gattungen: Lycopodium, Psilotum, Tmesipteris und Phylloglossum, die letzteren drei mit zusammen nur vier Arten. Von diesen entwickelt Lycopodium kriechende, aufrechte oder hängende Stämmchen mit dicht spiralig gestellten, einfachen, nur von einem Mittelnerven durchzogenen Blättern, die entweder alle gleich gross und gleich gestaltet sind (L. Selago), oder von denen die an den Sporangienähren befindlichen sich durch andere Form und geringere Grösse auszeichnen (L. clavatum), oder welche ähnliche Formenunterschiede und decussirte Stellung zeigen, wie die Blätter der Lebensbäume: grosse gekielte Blätter an den Seiten, kleinere flache auf den Flächen der flachen Aeste (L. complanatum). — Psilotum bildet einen gabelig verästelten, mit äusserst kleinen, schuppenförmigen Blättern spärlich besetzten, wurzellosen Strauch: unterirdische, abweichend gebaute Sprosse mit noch mehr reducirten Blättchen vertreten die Wurzeln und können, an die Erdoberfläche gelangend, sich zu normalen Zweigen entwickeln. Tmesipteris ist habituell dieser Gattung ähnlich; Phylloglossum gleicht einer kleinen Orchis und entwickelt auch wie diese knollige Adventivsprosse, die jährlich einen neuen Trieb erzeugen.

Eine Scheitelzelle fehlt bei sämmtlichen Lycopodien an Stamm und Wurzeln. Psilotum soll sie besitzen. Kleine, beblätterte, mit einer Wurzelanlage versehene Brutknospen, die sich ablösen und zu selbständigen

Pflanzen heranwachsen, werden in den Blattachseln von Lycopodium Selago als metamorphosirte Zweige entwickelt

464. Die ziemlich grossen Sporangien sind bei Lycopodium einfächerige, kurz und dick gestielte, nierenförmige, mit einem Querriss über den Scheitel sich zweiklappig öffnende Kapseln, deren Breitseite der Blattfläche zugekehrt ist und deren Wand aus mehreren Zellenlagen besteht. Sie entwickeln sich ganz nahe am Stämmchen auf der Blattbasis als kleine, von der Epidermis des Blattes überzogene Zellenhöcker in ähnlicher Weise, wie die einzelnen Sporangien von Angiopteris (§ 441). Psilotum besitzt drei-(selten zwei-)fächerige Sporangien, welche dreiklappig aufspringen und wie bei Lycopodium angelegt werden. Das Sporangium von Tmesipteris ist zweifächerig.

Die Keimung der Sporen ist nur unvollständig bekannt. Das Endospor tritt als Blase aus dem Exosporium hervor und theilt sich durch eine Querwand in zwei Zellen, von denen die obere durch rechts und links geneigte Wände zwei Reihen von Segmenten erzeugt, die sich durch Tangentialwände weiter theilen. Der fertige, nur von Lycopodium annotinum bekannte Vorkeim stellt einen knollenartigen, gelappten Gewebekörper von etwa Haselnussgrösse dar, der unterirdisch wächst, kein Chlorophyll besitzt, spärlich Wurzelhaare entwickelt und auf der Oberseite dem Gewebe eingesenkte Antheridien trägt. Die Archegonien sind nicht bekannt, dagegen an den die Antheridien tragenden Vorkeimen junge Pflänzchen, welche, wie die Embryonen der Farne, einen stark ausgebildeten Fuss besitzen.

465. Die Zahl der bekannten Lycopodiaceen beträgt etwa 100. Die meisten Arten sind Bewohner der Tropen; in Europa ist nur die Gattung Lycopodium vertreten; Phylloglossum und Tmesipteris sind auf Neuholland und australische Inseln beschränkt. Manche Formen besitzen einen sehr weiten Verbreitungsbezirk.

Officinell sind die kugeltetraëdrischen, mit zarten Netzleisten besetzten Sporen unserer Lycopodien, die wohl meistens von dem gemeinen L. clavatum gesammelt werden (Lycopodium, Bärlappsamen, Hexenmehl — Fälschungen mit Pollen von Pinus, Typha, Corylus, ferner durch Schwefelblüthe etc. leicht unter dem Mikroskope erkennbar).

Fossile Lycopodiaceen werden in etwa 18 Arten beschrieben, die vom Devon bis zum Jura vorkommen und namentlich den Gattungen Lycopodium und Lycopodites angehören.

II. Reihe. Heterosporeae.

Zweierlei Sporangien: Makrosporangien mit vielen oder nur vier Makrosporen, welche den weiblichen Vorkeim liefern — und Mikrosporangien mit zahlreichen, die Spermatozoiden entwickelnden Mikrosporen. Das männliche Prothallium ist ganz rudimentär, das weibliche, Chlorophyll führende klein, nur wenig aus dem Scheitel der Spore vorragend, die es nicht verlässt.

36. Ordnung. Isoëteae.

466. (Fam. 71.) Isoëtaceae. Die einzige Gattung Isoëtes zeichnet sich durch einen kurzen, dicken, unverzweigten Stamm aus, dessen mit zwei- oder dreischneidiger Scheitelzelle wachsender Vegetationskegel in einer flach-trichterartigen Einsenkung des Scheitels liegt und dessen Oberfläche ganz dicht mit Blättern besetzt ist. Derselbe besitzt ferner (als Ausnahme unter den Gefässkryptogamen) in einer die centrale Gefässbün-

delmasse umgebenden Meristemschicht lange dauerndes Dickenwachsthum auf vorwiegend zwei oder drei Seiten, so dass er dadurch zwei- oder dreilappig wird. Die Blätter sind lang, binsenähnlich, oben zugespitzt, im Querschnitt fast stielrund, unten in eine Scheide verbreitert. Sie enthalten nur einen Fibrovasalstrang und zahlreiche enge oder weite Luftcanäle. Auf der Vorderseite zeigt die Scheide eine grosse Grube (fovea), deren Rand sich später oft in Form eines häutigen, in der Mitte offen bleibenden Auswuchses erweitert, der als Segel (velum) das in der Grube einzeln sitzende Sporangium bedeckt. Mitten über der Grube liegt ein kleineres Grübchen (foveola), von der Grube durch einen als Sattel (sella) bezeichneten Gewebewulst getrennt, auf dem sich als unterer Rand des Grübchens die Lippe (labium) erhebt. In dem Grunde des Grübchens sitzt auf einem breiten Fusse (glossopodium) ein häutiger Blattauswuchs, die Zunge (ligula). Der diese für die Systematik wichtigen Gebilde umgebende weissliche Theil der Scheide heisst Hof (area).

Zwischen je zwei Jahrescyclen der normalen Blätter entwickeln sich bei den landbewohnenden Arten schuppige Niederblätter (phyllades) ohne die stielrunde Spreite.

467. Die Sporangien entstehen als Zellenhöcker im Grunde der Fovea des Blattes, Mikrosporangien auf den inneren, Makrosporangien auf den äusseren Blättern. Beide sind lang-oval, äusserlich den Sporangien von Marattia (Fig. 96 a) ähnlich, im Inneren durch quer verlaufende Gewebestränge (trabeculae) unvollständig gefächert. Sie werden durch Verwesung der Wände geöffnet.

Die zahlreichen Mikrosporen sind schief-oval mit vorgezogenen, stumpfen Enden. In dem einen Ende wird bei der Keimung durch eine Scheidewand eine kleine sterile Zelle als rudimentäres männliches Prothallium abgeschnitten. Der Plasmainhalt der grossen Zelle (Antheridium) zerfällt in vier grosse Primordialzellen, von denen jedoch nur die beiden bauchständigen je 2 schraubig gewundene Spermatozoiden erzeugen. Letztere sind unter allen Gefässkryptogamen dadurch ausgezeichnet, dass sie an jedem der beiden zugespitzten Enden mit einem Büschel langer Wimpern versehen sind.

468. Die zu vielen im Sporangium entwickelten Makrosporen sind kugeltetraëdrisch. Sie erzeugen ein kleines weibliches Prothallium, das nur mit seinem Scheitel aus der sich öffnenden Sporenhaut hervorragt. Es entsteht durch Bildung zahlreicher nackter Zellen aus dem Sporenplasma, die sich erst mit Membran umgeben und zum Vorkeim sich vereinigen, wenn die ganze Spore mit ihnen angefüllt ist. Das erste Archegonium entwickelt sich auf dem Scheitel des Vorkeimes durch Theilung einer oberflächlich gelegenen Zelle in ähnlicher Weise, wie bei den Farnen. Sein Hals bleibt sehr kurz, aus vier Zellreihen gebildet. Wird es nicht befruchtet, so entstehen neben ihm weitere Archegonien. Die erste Theilung im befruchteten Ei erfolgt quer zur Längsaxe des Archegoniums. Die darauf entstehenden Quadrantenzellen stehen vielleicht zu den auch hier auftretenden ersten Organen (Fuss, Wurzel, Axe, Blatt) in Beziehung.

469. Die Zahl der bekannten Arten der über die ganze Erde verbreiteten Gattung ist gering. Sehr reich an Arten ist die Mittelmeerflora; Deutschland besitzt nur 2 Arten. Weil der Habitus der Formen wenig Wechsel bietet, so sind die Form- und Grössenverhältnisse der im § 466 genannten Organe des Blattes etc. für die Unterscheidung benutzt worden.

Da diese Merkmale zum grossen Theile mit der verschiedenen Lebensweise der Artengruppen zusammenfallen, so pflegt man die Gattung in die drei Abtheilungen der Aquaticae, Amphibiae und Terrestres zu gliedern.

Aus dem Miocen werden zwei Formen der Gattung beschrieben.

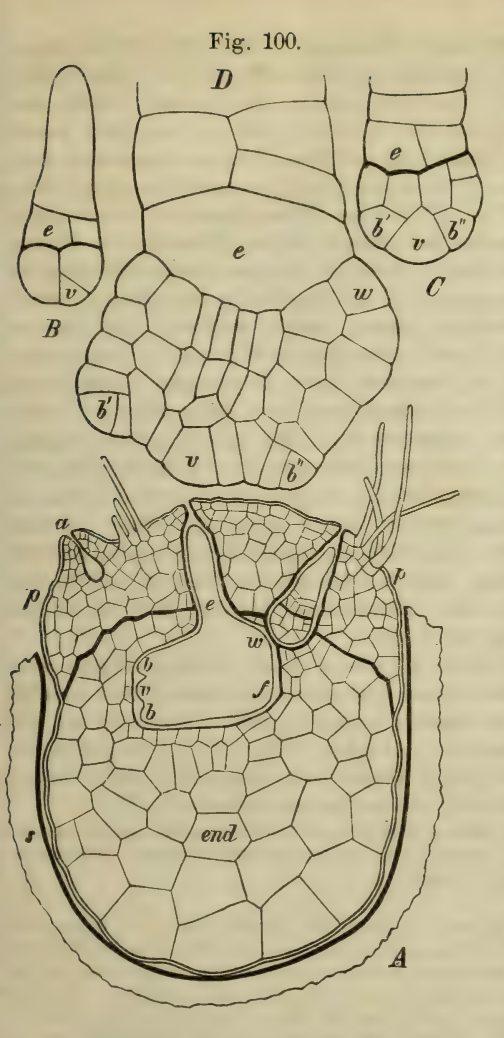
37. Ordnung. Selaginelleae.

470. (Fam. 72.) Selaginelleae. Die einzige Gattung Selaginella besitzt lange, dünne, kriechende oder aufrechte, wiederholt in einer Ebene dichotom verzweigte Stämmchen mit einem oder mehreren Fibrovasalsträngen, die von einem grossen Intercellularraume umgeben werden und mit dem übrigen Stammgewebe durch algenartige Zellenfäden in Verbindung stehen. Der schlanke Vegetationskegel wächst mit Scheitelzelle. Die Blätter sind klein, einfach gebaut, nur mit Mittelnerv versehen, bei den meisten Arten in zweigliedrige, sich schief kreuzende Quirle gestellt, die je aus einem grösseren und kleineren Blatte so gebildet werden, dass letztere zwei Reihen von Oberblättern bilden, der beblätterte Stengel flach und bilateral wird (S. helvetica). Andere Selaginellen besitzen gleich gestaltete, spiralig gestellte Blätter (S. spinulosa).

Bei einigen Selaginellen entstehen die Wurzeln an eigenthümlichen blattlosen Sprossen, den Wurzelträgern, welche nahe dem Vegetationskegel exogen angelegt werden, im Bogen nach abwärts und anfänglich mit Scheitelzelle wachsen, dann aber diese verlieren und nur durch intercalares Wachsthum sich verlängern. Ihr Ende schwillt an und bildet im Inneren die junge echte Wurzel, die aber die zu Schleim zusammenfliessenden Zellen des Wurzelträgerendes erst durchbricht, wenn dieses in den Boden gelangt ist. Unter Umständen können sich die Wurzelträger in beblätterte Sprosse umwandeln.

471. Die Sporangien entstehen an den Enden der Sprosse, die gewöhnlich eine deutlich abgesetzte Aehre mit anders gestalteten und gewöhnlich auch gleich grossen Blättern bilden, von denen wenige untere die Makrosporangien, die meisten oberen Mikrosporangien tragen. Das einzelne Sporangium tritt in der Blattachsel als ein kleiner Zellenhöcker aus dem oberflächlichen Gewebe des Stengelumfanges hervor und zwar kurze Zeit nach Anlage des Tragblattes. Die ringlose Sporangienwand wird aus drei Zellenschichten gebildet, von denen die mittlere kleinzellig ist. Der Stiel ist kurz und dick. Eine einzelne Centralzelle ist nicht vorhanden. Bis zur Sporenbildung sind die beiderlei Sporangien völlig gleich. Während aber in den Mikrosporangien sich in sämmtlichen Mutterzellen je vier tetraëdrisch gelagerte Sporen bilden, die bis zur Reife in Vierergruppen zusammenkleben, bleiben in den Makrosporangien alle Mutterzellen bis auf eine stark wachsende ungetheilt und gehen bald zu Grunde, während die eine vier grosse Makrosporen erzeugt, von denen meist eine unten und drei oben in dem Makrosporangium liegen, das sich nun durch seine bedeutendere Grösse und drei stumpfe Scheitelvorragungen von dem kleineren, ovalen Mikrosporangium unterscheidet.

472. Das männliche Prothallium ist auch hier (§ 467) eine kleine sterile Zelle. Die grosse Zelle der Mikrospore zerfällt in 6–8 Primordialzellen, welche sich weiter theilen und eine Anzahl Spermatozoiden liefern, die nur zwei Wimpern am Vorderende besitzen und durch den aufreissenden Sporenscheitel entleert werden. Die Bildung des weiblichen Vor-



keimes findet schon statt, wenn die Makrospore noch im Sporangium eingeschlossen liegt. Wahrscheinlich entsteht er in ähnlicher Weise wie bei den Rhizocarpeen (§ 448). Er füllt nur den Scheitel der Makrospore als ein sattelförmiges Gewebe aus und ist von dem übrigen, grösseren Sporenraume durch die dickeren Zellwände seiner untersten Zellenlage abgegrenzt (Fig. 100 A: p). Auf seinem Scheitel entstehen die Archegonien schon vor dem Aufreissen der Sporenhaut wie bei den Farnen, doch ist der Hals sehr kurz und nur aus zwei Zellenlagen gebildet, von denen nur die oberste wenig über die Vorkeimfläche hervortritt.

Unter dem Vorkeime ntstehen schon wenige Wochen nach der Aussaat zahlreiche freie Zellen im Plasma des übrigen Sporenraumes, die diesen bald ausfüllen und zu einem grosszelligen, parenchymatischen Gewebe zusammenschliessen, das in jeder Beziehung dem Endosperm der Phanerogamen entspricht und daher auch hier als solches bezeichnet wird (Fig. 100 A: end — vgl. auch § 483).

473. Das befruchtete Ei theilt sich durch eine zur Archegoniumaxe senkrechte Querwand in eine obere und untere Zelle. Die erstere streckt sich zu einem ziemlich langen Schlauche, dem Embryoträger, der nur

Fig. 100. Embryoentwickelung bei Selaginella, nach Pfeffer. A Längsschnitt aus einer Spore mit zwei Embryonen (Vergr. 165). — B. Embryo, der eben die Stammscheitelzelle angelegt hat (Vergr. 240) — C. Embryo, in dem neben dem Stammscheitel die Scheitelzellen der beiden Keimblätter differenzirt wurden (Vergr ca. 300). — D. Weiter entwickelter Embryo (Vergr. 510). a unbefruchtetes Archegonium, p Prothallium, end Endosperm, dem Prothallium gegenüber durch eine stärkere Linie markirt, s Sporenhaut, e Embryoträger; v Scheitelzelle, b′ und b″ Keimblattanlagen, w der Ort der Wurzelanlage, f Fuss des Embryo.

in seiner unteren Region noch einige Theilungen erfährt (Fig. 100 A—D: e). Dieses bei den Phanerogamen allgemein vorkommende Organ (vergl. § 486) tritt hier zum ersten Male auf. Aus der unteren (Keimmutter-) Zelle der ersten Theilung geht der eigentliche Embryo hervor, der sich zuerst durch eine Längswand weiter theilt und aus dessen einem Segmente dann durch eine geneigte Wand die Scheitelzelle der embryonalen Axe ausgeschnitten wird (Fig. 100 B: v). In den beiden Segmenten des Embryo werden weiter die Scheitelzellen der ersten beiden Blätter, der Keimblätter, angelegt, zuerst im älteren, dann im jüngeren Segmente (Fig. 100 C: b′ und b″). Während die so angelegten Haupttheile des Embryo durch Segmentirung ihrer zweischneidigen Zellen weiter wachsen und das von ihnen erzeugte Gewebe sich in einen centralen (in Fig. 100 D schon angedeuteten) Procambiumstrang, in Periblem und Dermatogen differenzirt, wuchert seitlich unter dem ältesten Blatte der Fuss (Fig. 100 A: f) hervor, der die Embryoaxe zuerst seitwärts (Fig. 100 A, D), später schräg aufwärts drängt. Zwischen Fuss und Embryoträger entsteht die erste Wurzelanlage (Fig. 100 D, etwa bei w), an der Basis auf der Innenseite der Keimblätter aus Dermatogenzellen die Ligula derselben. Ferner wird noch innerhalb der Spore die zweischneidige Scheitelzelle der embryonalen Axe in neie vierschneidige umgewandelt, die in ihrem 5. oder 6. Segmente die erste Dichotomie des Stämmchens ähnlich, wie an älteren Sprossen, einleitet (§ 130, Fig. 44, S. 84).

Der junge Embryo wird durch Streckung seines Embryoträgers sehr bald durch das Vorkeimgewebe in das Endosperm hinabgeschoben, welches von ihm wenigstens theilweise allmälig resorbirt wird und in dem er sich wie bei den Phanerogamen weiter entwickelt (Fig. 100 A), bis auf einem gewissen Stadium seiner Ausbildung Wurzel und Stämmchen nach entgegengesetzten Seiten durchbrechen und zur Spore hinaustreten.

474. Von den 300 schwierig zu unterscheidenden Arten der Gattung sind die meisten Tropenbewohner, die namentlich in Amerika eine grosse Verbreitung zeigen. Deutschland besitzt nur 2 Arten (S. helvetica und spinulosa).

---

475. An die Selaginellen schliesst sich vielleicht am nächsten die nur fossil bekannte Familie der **Lepidodendreen** oder Schuppenbäume an, von welcher man unter Hinzurechnung der isolirt bekannten und unter besonderen Namen beschriebenen Blätter (Lepidophyllum) und Sporangienstände (Lepidostrobus) circa 150 Arten aufzählt. Die sehr charakteristischen baumartigen Stämme, deren Wurzelstöcke früher als eigene Pflanzen (Arten der Gattung Stigmaria) galten, erreichten bei einigen Arten bei einem Umfange von 12 Fuss eine Höhe von bis 100 Fuss. Ihre Rinde ist dicht mit spiralig stehenden, elliptischen Blattnarben bedeckt, die dem Stamme ein schuppiges Aussehen geben. An gut erhaltenen Stämmen der englischen Kohle wurde ein durch ein Meristem wie bei den Isoëten erfolgendes Dickenwachsthum nachgewiesen. Die meist linealischen und zugespitzten Blätter hatten sehr verschiedene Länge. Die Sporangienstände sind tannenzapfenartig, cylindrisch bis kegelförmig, verhältnissmässig sehr gross, dicht mit grossen Tragblättern besetzt, welche auf ihrer Basis lang gestreckte, sackförmige Sporangien mit Makro- oder Mikrosporen tragen und vor diesen fast im rechten Winkel nach aufwärts gebogen sind.

Die ersten, jedoch noch zweifelhaften Formen dieser Familie treten im Devon auf. Ihre höchste Entwickelung erreichen sie in der Steinkohlenperiode, in welcher die Gattung Lepidodendron allein mit 65 Arten vertreten ist. Neben den Calamiten (§ 461) und den folgenden Sigillarien sind die Lepidodendren die Haupterzeuger der Kohlenlager.

Gesellschafter der Calamiten und Schuppenbäume während der Carbonzeit waren die Siegelbäume, die den Lepidodendren nahe verwandte Familie der **Sigillarieen** bildend. Auch von ihnen unterschied man die oft in Massen allein vorkommenden Wurzelstöcke als Stigmarien. Ihre einfachen oder spärlich verzweigten Stämme erreichten bis 25 Meter Höhe

und trugen lange, schmal-linealische, schilfartige Blätter in einem dichten Schopfe. Die Narben der abgefallenen Blätter blieben als eigenthümliche siegelartige Eindrücke auf der Rinde zurück. Die Sporangien der zapfenförmigen Fruchtstände enthielten Makro- und Mikrosporen.

IV. Gruppe.

Die Phanerogamen.

476. Gegenüber den Kryptogamen zeichnen sich die Phanerogamen (Blüthen- oder Samenpflanzen) durch die Ausbildung des Samens und eines von diesem eingeschlossenen Keimlinges (Embryo) aus, der bei der Keimung des Samens auf Kosten der ihm im Endosperm oder in seinen Keimblättern mitgegebenen Reservestoffe sich zur jungen Pflanze weiter entwickelt. Dieser Same entsteht aus der Samenknospe, dem die Eizelle einschliessenden Gebilde: einem Gewebekörper, der entweder frei und nackt, oder von einem Fruchtknoten umhüllt, in der Blüthe sich findet und als Hauptheil den Embryosack mit dem Ei in dem von einer oder zwei besonderen Hüllen umgebenen Knospenkerne enthält. Der Embryosack ist das Analogon der Makrospore der höheren Gefässkryptogamen, der Knospenkern entspricht dem Makrosporangium. Wie die Makrospore das weibliche Prothallium, so erzeugt der Embryosack als ein diesem gleichwerthiges Gewebe durch freie Zellbildung das Endosperm. Letzteres bildet sich bei den niedersten Phanerogamen, den Gymnospermen, lange vor der Befruchtung und vor Entstehung des Eies. In ihm entwickeln sich bei dieser Abtheilung einige grosse Zellen, die Corpuscula (Archegonien), deren Deckelzellen den Halszellen des Archegoniums entsprechen, und in diesen weiblichen Geschlechtsorganen bildet sich das Ei

477. Die Abtheilung der Angiospermen lässt derartige Analogien zum Theil weiter zurücktreten. Zwar sind Embryosack und Knospenkern in gleicher Weise vorhanden. Aber das Ei bildet sich unmittelbar im Embryosacke ohne vorherige Entstehung archegoniumartiger Organe, und das Endosperm tritt erst nach der Befruchtung während der Entwickelung des Embryo auf und verschwindet häufig wieder, indem es von dem sich weiter ausbildenden Keimlinge resorbirt wird. Doch lassen sich in diesem Falle die Basalzellen des Embryosackes als rudimentäres weibliches Prothallium deuten.

Die befruchtete Eizelle wird bei sämmtlichen Phanerogamen nicht in ihrem ganzen Umfange zum Embryo. Sie theilt sich durch eine Querwand in eine dem Embryosackscheitel zugekehrte Zelle, welche, wie bei der Gattung Selaginella, zum Embryoträger auswächst — und in eine dem Grunde des Embryosackes zugewendete Zelle, der Mutterzelle des Keimlings.

478. Der Mikrospore der höheren Gefässkryptogamen entspricht das Pollenkorn der Phanerogamen. Es ist, wie die Mikrospore, eine einzelne Zelle, die mit anderen Ihresgleichen im Pollensacke der Anthere entsteht, der, wie das Sporangium, Erzeugniss eines Blattes ist und bei vielen Gymnospermen sogar in Form und Stellung lebhaft an die Sporangien der Gefässkryptogamen erinnert. Die Gymnospermen entwickeln sogar in der Pollenzelle, und zwar vor der Befruchtung, eine dem rudimentären männlichen Prothallium der höheren Gefässkryptogamen entsprechende Zellengruppe. Die Pollenzelle erzeugt aber keine Spermatozoiden mehr. Höchstens

kann man die in einigen Fällen bei Coniferen im Ende des Pollenschlauches auftretenden freien Zellen für Andeutungen von Spermatozoiden-Mutterzellen halten. Die Innenhaut des Pollen wächst zu einem langen Schlauche, dem Pollenschlauch aus, welcher bis zum Ei der Samenknospe, bei den Gymnospermen bis in die Archegonien, vordringt und beiden den Inhalt des Pollenkorns als befruchtenden Stoff zuführt, der diosmotisch mit dem Ei in Wechselwirkung tritt.

Die speciellen Verhältnisse im Bau und in der Entwickelung der hier kurz geschilderten Organe sind in den folgenden Abschnitten (§§ 480—487 und §§ 502—537) nachzusehen.

479. Nach dem in den §§ 476—478 Gegebenen theilt man die Phanerogamen in zwei Classen:

X. Classe. Gymnospermae. Die Samenknospen sind nackt, d. h. nicht in einen besonderen, von Fruchtblättern gebildeten Behälter, den Fruchtknoten, eingeschlossen, sondern sie stehen frei an der Axe oder am ausgebreiteten Fruchtblatte. Im Embryosacke bildet sich schon vor der Befruchtung das Endosperm und in diesem Archegonien (Corpuscula), welche die Eizellen erzeugen. Das Pollenkorn ist mehrzellig und gelangt zum Zwecke der Befruchtung direct in die Mikropyle der Samenknospe.

XI. Classe. Angiospermae. Die Samenknospen entstehen im Inneren eines von zusammenschliessenden Fruchtblättern gebildeten Organes, des Fruchtknotens. Das Ei bildet sich unmittelbar im Embryosacke und das Endosperm wird erst nach der Befruchtung in letzterem gleichzeitig mit dem Keimlinge entwickelt. Der Pollen ist stets einzellig und gelangt zum Zwecke der Befruchtung auf die Narbe des Fruchtknotens, von welcher aus der Pollenschlauch in die Fruchtknotenhöhle zur Samenknospe hinunterwächst.

X. Classe. Gymnospermae.

(§ 479.)

480. Die Blüthen der nacktsamigen Phanerogamen sind stets diclinisch, monöcisch oder diöcisch, mit seltenen Ausnahmen (Gnetaceen) auch ohne Perigon.

Die männlichen Blüthen tragen an einer meist stark verlängerten, dünnen Axe zahlreiche, spiralig oder in Quirlen stehende Staubblätter mit den Pollensäcken. Die Staubblätter besitzen bald eine flache, oft sehr breite Spreite, bald gleichen sie den gestielten schildförmigen Sporangienträgern der Schachtelhalme (Taxus, Zamia); selten ist der Spreitentheil auf eine knötchenartige Gewebemasse reducirt, an welcher die Pollensäcke hängen (Salisburia). Sie sind ferner von derber, fast holziger Beschaffenheit (Cycadeen), oder gleichen in Färbung etc. mehr den Staubgefässen der Angiospermen (Abietineen). Die Zahl der Pollensäcke variirt sehr: zahlreiche, oft in Gruppen wie die Sori der Farne gestellte, besitzen die Cycadeen, Taxus 3—8, die Cupressineen meist 3, die Abietineen 2.

481. Den Sporangien der Gefässkryptogamen am ähnlichsten sind die Pollensäcke der Cycadeen: rundliche, bis einen Millimeter im Durchmesser zeigende Kapseln mit fester Wand, die mit schmaler Basis dem Staubblatte aufsitzen, bei Zamia spiralis sogar gestielt sind und die sich bei der Reife

mit einem Längsriss öffnen. Sie entstehen hier als kleine, von der Staubblattepidermis überzogene Zellenhöcker, deren inneres Gewebe die Pollenmutterzellen liefert, während sich das äussere in die Wand umbildet. Die zahlreichen Pollenmutterzellen theilen sich nach Art der gleichen Zellen bei den Monocotyledonen, doch entsteht die erste Theilwand bereits während der Trennung der Plasmakörper, wie bei dem Dicotyledonenpollen (vergl. §§ 58, 59). Die nach der Viertheilung der Mutterzellen durch Umhüllung des Plasmas derselben mit einer Membran entstandenen Pollenkörner sind noch einzellig, ihre Wand von einer Innenhaut (Intine) aus Cellulose und einer cuticularisirten Aussenhaut (Exine) gebildet. Erst später theilt sich ihr Inhalt in zwei durch eine Membran geschiedene, ungleich grosse Zellen, von denen sich die kleinere noch einmal oder zweimal parallel der ersten Wand theilt und so einen 2—3zelligen Körper, das rudimentäre männliche Prothallium, bildet, das auch bei den Coniferen in gleicher Weise auftritt (Fig. 101 A: p). Der Pollenschlauch entsteht durch Auswachsen der Intine der grossen Zelle des Pollenkornes, dem rudimentären Prothallium gegenüber. Dabei wird die Exine gesprengt und (bei den Coniferen) gänzlich abgestreift. Bei manchen Gymnospermen treten zwischen dem rudimentären Prothallium und der Pollenmembran noch Spalten in letzterer auf (Fig. 101 A); bei anderen hebt sich die Exine an zwei Seiten in Form grosser, blasiger, als Flugapparate dienender Säcke (Pinus) von der Intine ab.

482. Die weibliche Blüthe besteht bei Cycas aus metamorphosirten Blättern des Stammgipfels, der dabei sein Scheitelwachsthum nicht einstellt, sondern dasselbe mit gewöhnlichen Laubblättern fortsetzt. Das einzelne Fruchtblatt ist in dieser Gattung in seinem oberen Theile (der Spreite) kammartig-fiederspaltig, und trägt im unteren stielartigen Theile die Samenknospen reihenweise frei an beiden Rändern. Bei den anderen Cycadeen bilden die spiralig gestellten Fruchtblätter tannenzapfenartige Blüthen; das einzelne Fruchtblatt ist schildförmig und trägt auf der Unterseite des Schildchens zwei Samenknospen.

In der Ordnung der Coniferen ist Bau und Stellung der weiblichen Blüthe ein mannigfaltigerer. Bei Taxus entsteht die einzelne Samenknospe am Ende eines kurzen, schuppenartig beblätterten Zweiges (Fig. 105 B); bei Salisburia erscheinen in den Achseln der Laubblätter schlanke Stiele, die etwas unterhalb ihrer Spitze zwei Samenknospen etwa wie Eicheln tragen. Juniperus erzeugt die Samenknospen als dreigliederigen Quirl auf einem kurzen Seitenzweige, dessen unmittelbar unter den Samenknospen stehender, oberster, dreigliederiger Blattwirtel mit den Samenknospen alternirt und dessen Blätter später fleischig werden, unter sich verwachsen und so, die Samen einschliessend, die sogenannte Wachholderbeere bilden. Bei Cupressus stehen die Samenknospen am unteren Theile quirlig gestellter Fruchtblätter, die später zu dem verholzenden Zapfen heranwachsen. Die Abietineen endlich entwickeln die weibliche Blüthe als den bekannten Zapfen, der an seiner Axe zahlreiche spiralig gestellte Blätter mit einer, zwei oder mehreren Samenknospen trägt. Bei Pinus, Abies, Larix etc. stehen diese als Fruchtschuppen bezeichneten Blätter in der Achsel kleinerer Blättchen, der Deckschuppen, aus deren Basis sie als „Placenten“ ent-

springen, um später stärker zu wachsen, wie die meist klein bleibenden Deckschuppen.

483. Die einzelne Samenknospe (vergl. über die Samenknospe im Allgemeinen die §§ 521—524) ist in den allermeisten Fällen atrop (Fig. 105 B) und mit einem meist stark entwickelten Integumente versehen; nur bei den Podocarpeen ist sie anatrop und besitzt zwei Integumente und bei Taxus entwickelt sich unter dem einen Integumente der atropen Samenknospe später noch der Samenmantel (Fig. 105 B: a), der hier den reifen Samen wie eine hochrothe, fleischige Hülle umgiebt. Während ferner gewöhnlich die Samenknospe frei aufrecht auf einem kurzen Stiele steht und die Mikropyle nach aussen wendet, ist sie bei den Abietineen einseitig der Placenta angewachsen und ihre Mikropyle der Axe zugekehrt. Die Mikropyle ist oft lang röhrenförmig vorgezogen und sondert eine die Pollenkörner fest haltende Flüssigkeit ab.

Der vom Integumente umschlossene Knospenkern entwickelt in seinem kleinzelligen Gewebe eine seiner Zellen durch bedeutende Vergrösserung derselben zum Embryosack (Fig. 101 B: es, die stärkere Linie), dessen Zellkern bald verschwindet. In ihm bilden sich aus dem Plasma zahlreiche freie Zellen (§ 55), die bald an einander schliessen und unter weiterer Theilung den ganzen Embryosack mit einem parenchymatischen Gewebe, dem Endosperm (Sameneiweis) ausfüllen (Fig. 101 B: e).

484. In diesem, dem weiblichen Prothallium der höheren Gefässkryptogamen entsprechenden Gewebe entstehen die früher als Corpuscula bezeichneten Archegonien (Fig. 101 B: c), jedes einzelne Archegonium aus einer oberflächlich gelegenen Zelle des Endosperms genau in der Weise, wie bei den Gefässkryptogamen. Die durch die erste Querwand in der Archegonium-Mutterzelle abgeschnittene grössere innere Zelle wird zur Centralzelle, die äussere kleinere zum Archegoniumhals. Letzterer verlängert sich manchmal bedeutend und bleibt dabei einzellig (Abies canadensis) oder wird durch Querwände gegliedert (Ephedra). Gewöhnlich aber ist er kurz und gliedert sich durch Längswände in eine Rosette von vier oder acht Deck- oder Halszellen (Fig. 101 B, C: h), die oft wieder durch Querwände in mehrere Etagen zerfallen. Unter dem Halse wird sogar kurz vor der Befruchtung eine Bauchcanalzelle gebildet, die später wieder gelöst wird (Abies excelsa, Larix, Ephedra).

Durch nachträgliches Wachsthum des Endosperms rücken die bald unmittelbar einander berührenden (Cupressineen — Fig. 101 B), bald durch Endospermschichten getrennten (Abietineen) Archegonien tiefer nach unten, wobei aber über ihnen eine trichter- oder canalartige Oeffnung im Endosperm erhalten bleibt (Fig. 101 B). Die Zahl der in einer Samenknospe entstehenden Archegonien beträgt bei den Abietineen 3—5, bei Taxus 5—8, bei den Cupressineen 5—30.

Die Cycadeen schliessen sich, so weit man bei ihnen diese Verhältnisse genauer kennt, den Coniferen in den meisten Beziehungen an. Am eigenthümlichsten ist unter den Gnetaceen die Gattung Welwitschia, bei der keine Halszelle gebildet wird, sondern die 20—60 Archegonien schlauchartig durch den Knospenkern den Pollenschläuchen entgegen wachsen.

Fig. 101.

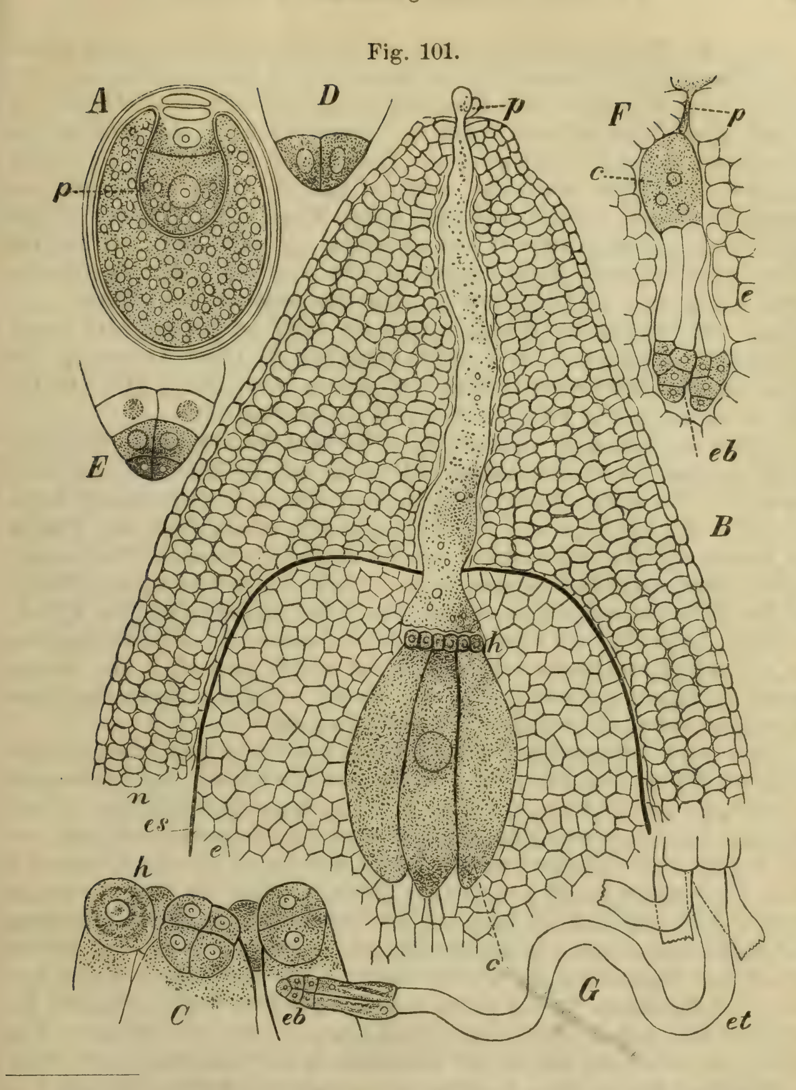


Fig. 101. A. Pollenkorn von Larix europaea (Vergr. 400), nach Schacht. — B. Juniperus virginiana, Längsschnitt durch den Knospenkern und den oberen Theil des Embryosackes der Samenknospe im Anfange der Befruchtung (Vergr. 100), nach Strasburger. — C. Die Halszellen der Archegonien von Juniperus virginiana in verschiedenen Stadien der Theilung und halb von oben gesehen (Vergr. 250), nach Strasburger. — D. Erste Theilung des befruchteten Eies von Pinus Strobus und E weitere Theilung desselben (Vergr. 300). — F. Juniperus communis; Archegonium mit Embryonen, vom Gewebe des Embryosackes umgeben, auf dem Scheitel mit dem Ende des Pollenschlauches (Vergr 300). — G. Embryoträger mit Embryo von Pinus Strobus (Vergr. 100). — Fig. D—G nach Hofmeister. — n Gewebe des Knospenkernes, e Endosperm des Embryosackes es, c Archegonium, h Halszellen desselben, p Pollenschlauch, in Fig. A das rudimentäre Prothallium, eb Embryo, et Embryoträger.

485. Zur Zeit der Befruchtung ist die Centralzelle von einem schaumigen Plasma erfüllt, dessen Gesammtmasse als Ei zu betrachten ist Die direct auf die Kernwarze des Knospenkerns gelangenden Pollenkörner entwickeln ihren Pollenschlauch (§ 481) und dieser wächst in das Gewebe des Knospenkernes bis zu einer gewissen Tiefe hinein (Fig. 101 B: p). Dann steht sein Wachsthum einige Zeit still, bei den Coniferen mit einjähriger Samenreife (Taxus, Abies excelsa) für einige Wochen bis Monate, für die mit zweijähriger Samenreife (Pinus sylvestris) bis zum Juni des zweiten Jahres. Bei Salisburia findet die Befruchtung sogar erst in den abgefallenen reifen Samen statt, in denen sich der Embryo während des Winters entwickelt. Der wachsende Pollenschlauch ist reich an Plasma, das kleine Stärkekörner enthält und bei manchen Coniferen als letzte Andeutung der Spermatozoiden-Mutterzellen einige freie Zellen entwickelt (§ 478). Er besitzt ferner an seinem Ende einen Tüpfel in der Membran.

Durch die über dem Archegonium befindliche Vertiefung des Eiweisses (§ 484) gelangt der Pollenschlauch endlich bis auf die Halszellen hinunter, drängt sich mit seinem Ende zwischen denselben bis zur Centralzelle durch und bis in die Eizelle hinein. In diese tritt sein Inhalt über, das Plasma der Eizelle wird dadurch getrübt und die im Pollenschlauche enthalten gewesenen Stärkekörnchen sammeln sich vorzüglich in seinem unteren Theile. Bei den Taxineen und Abietineen ist für jedes Archegonium ein Pollenschlauch nöthig; bei den Cupressineen wird dagegen die Befruchtung von nur einem Pollenschlauche vollzogen, indem dieser sich über den Archegonien fussförmig verbreitert (Fig. 101 B) und so viele papillenartige Ausstülpungen treibt, als Archegonien vorhanden sind.

486. Nach erfolgter Befruchtung trennt sich ein unterer plasmareicher Theil der Eizelle von dem oberen Theile derselben durch eine Querwand ab und wird zur Embryoanlage, deren nächste Entwickelung bei den einzelnen Familien verschieden erfolgt. Bei den Cupressineen theilt sie sich in drei über einander liegende Zellen, von denen sich die unterste bei Thuja nicht weiter durch Längswände theilt, sondern zu einem einzigen Embryo wird, während bei Juniperus die untere Zelle durch Längstheilung vier Embryonen liefert. In der Familie der Abietineen theilt sich die im Grunde der Centralzelle entstandene Zelle durch zwei übers Kreuz auftretende Längswände in vier neben einander gelegene Zellen (Fig. 101 D), und jede derselben zerfällt durch Quertheilung in drei Zellenetagen (Fig. 101 E), von denen die unteren vier Zellen sich zu vier Embryonen entwickeln.

Während der weiteren Ausbildung des einzelnen Embryo strecken sich die mittleren oder die mittleren und oberen Zellen der ursprünglichen Anlage zu langen Schläuchen, den Embryoträgern (Fig. 101 F, G), welche den Embryo ins Endosperm hinunter schieben und dabei entweder zum Bündel vereinigt bleiben, oder sich von einander trennen und nach verschiedenen Richtungen in das Eiweiss eindringen (Fig. 101 G, wo jedoch nur ein Embryoträger vollständig gezeichnet wurde). Von den vielen Embryoanlagen, welche in einer Samenknospe entstehen (bei den Cupressineen sind selbst 60 bis 120 möglich), entwickelt sich jedoch nur eine zum Keimling weiter, während die anderen früher oder später zu Grunde gehen. Bei den Taxineen und Cupressineen wächst der Embryo anfänglich mit einer zweischneidigen Scheitelzelle, die aber bald verschwindet.

487. Das Endosperm wächst während der Entwickelung des Embryo weiter, füllt sich mit Reservestoffen und verdrängt schliesslich das Gewebe des Knospenkernes. Das Integument der Samenknospe wird zur Samenschale, die entweder ganz verholzt, oder deren äussere Schichten auch fleischig und saftig werden (Cycas). Der Embryo entwickelt bald zwei (Cycadeen, Taxineen, die meisten Cupressineen etc.), bald 3—15 in einem Wirtel stehende Keimblätter (die meisten Abietineen). Auch die übrigen Theile der weiblichen Blüthe erleiden nach der Befruchtung Veränderungen. Bei Taxus wird der Same von einem fleischigen Samenmantel umhüllt, bei Podocarpus wird die Blüthenaxe fleischig, bei den meisten Coniferen werden die Carpelle oder die Placenten mächtig entwickelt und verholzt, so dass sie zusammenschliessend den Zapfen darstellen, der bei Juniperus die mehr fleischige Beere bildet. Der Same wird dabei oft durch seitliche Auswüchse geflügelt, oder es löst sich von der Placenta zusammen mit dem Samen eine Gewebeplatte los, die denselben als Flügel umgiebt (Abietineen).

Bezüglich der Gewebebildung wurden die Coniferen bereits in den §§ 24 und 111 etc. erwähnt. Die Cycadeen schliessen sich den Coniferen enger an, entwickeln aber oft im Marke noch isolirte Fibrovasalstränge oder solche auch in der Rinde. Bei den Gnetaceen treten im Holze neben den Tracheïden auch Gefässe auf, die jedoch in ihrer Beschaffenheit mehr an diejenigen der Gefässkryptogamen, als an die der übrigen Phanerogamen erinnern.

488. Die Classe der Gymnospermen zerfällt in folgende Ordnungen und Familien:

I. Blüthen ohne Perigon.
- A. Stamm einfach; Blätter gross, gefiedert, in der Knospe sehr häufig spiralig nach vorne, wie bei den Farnen, eingerollt: **Cycadeae.**
- B. Stamm reich und monopodial verzweigt; Blätter klein, einfach, häufig nadelförmig: **Coniferae.**
  - 1. Zapfenbildung fehlend oder unvollkommen: Taxaceae.
    - a. Samenknospe mit Vorblatt: Taxineae.
    - b. Samenknospe ohne Vorblatt: Podocarpeae.
  - 2. Zapfenbildung vollkommen.
    - a. Zapfenschuppen in Quirlen, Samenknospe aufrecht: Cupressineae.
    - b. Zapfenschuppen spiralig. Samenknospe abwärts gerichtet.
      - * Deck- und Fruchtschuppe frei oder wenig verwachsen: Abietineae.
      - ** Deck- und Fruchtschuppe verwachsen: Araucarieae.

II. Blüthen mit Perigon: **Gnetaceae.**

38. Ordnung. Cycadeae.

489. Stamm einfach, knollenartig oder säulenförmig, an die Stämme der Baumfarne erinnernd, selten mehr als 10—12 Fuss hoch, im Gewebe, wie die übrigen Organe der Pflanze, mit zahlreichen Gummigängen. Laubblätter gross, gefiedert, lederartig, mehrjährig, dicht und spiralig gestellt, oft schneckenförmig nach vorne eingerollt, regelmässig mit kleinen schuppigen Niederblättern abwechselnd, am Gipfel des Stammes eine palmenähnliche Krone bildend. Blüthen diöcisch, nackt, in Zapfen, die ♂ nur aus schuppenförmigen Staubblättern bestehend, die auf der Unterseite zahlreiche, oft in Gruppen gestellte Pollensäcke tragen. ♀ Blüthen mit schildförmigen Carpellen, welche auf der Unterseite oder am Rande 2—6 nackte, atrope Samenknospen tragen. Same mit harter innerer und fleischiger äusserer Schale, daher steinfruchtartig. Keimling in der Axe des Eiweisses, mit zwei

an der Spitze mehr oder weniger verwachsenen, ungleich grossen Keimblättern.

Circa 50 Arten, Bewohner der tropischen und subtropischen Länder, besonders in Australien, Südafrika, Ostindien, Mexiko und Südamerika heimisch. Die Stämme mancher Arten (Cycas circinnalis, revoluta) enthalten ein sehr stärkereiches Mark, das zur Gewinnung einer Art Sago benutzt wird. Gattungen sind: Cycas, Zamia, Encephalartos, Dioon etc.

Die Cycadeen waren in früheren Entwickelungsperioden der Erde viel reicher, als jetzt, vertreten. Man beschreibt 37 Gattungen mit circa 300 fossilen Arten, deren älteste sich im Carbon finden, deren grösste Zahl die Schichten der Trias und des Jura aufweisen.

39. Ordnung. Coniferae.

490. Stamm reich und monopodial (häufig quirlig) verzweigt, baumartig, seltener strauchig, sein Gewebe, wie auch das der anderen Organe, mit zahlreichen Harzgängen. Blätter einfach, oft nadelförmig, meist lederartig und mehrjährig, oder krautig und einjährig. Blüthen monöcisch oder diöcisch, häufig zapfenartig, die ♂ nur aus Staubblättern bestehend, die ♀ aus einer nackten Samenknospe mit oder ohne Deckschuppe. Die sogenannte Frucht beerenartig oder ein Zapfen. Samen mit meist holziger Schale, oft geflügelt. Keimling in der Axe des Eiweisses, mit 2 oder mehr völlig freien Keimblättern.

Die über die ganze Erde verbreitete Ordnung enthält circa 340 Arten, von denen die meisten der nördlichen gemässigten Zone angehören, die in den Tropen lebenden vorzüglich den höheren Gebirgsregionen eigen sind. Am ärmsten an Arten ist Afrika. Manche Arten treten waldbildend auf (Abietineen). Im Norden bezeichnen Coniferen zum Theil und oft allein die Baumgrenze (Larix in Sibirien bis 72° n. Br.).

Fossil kennt man ca. 400 Arten, deren älteste Reste in der Steinkohle (Araucarieen) sich finden und die zum Theil ausgestorbenen Familien (Voltzieen, Walchieen) angehören. Die zahlreichen Stammreste werden nach dem Bau des Holzes in sechs Gattungen (Cedroxylon, Cupressoxylon, Pityoxylon, Taxoxylon, Araucaroxylon und Aporoxylon) vertheilt.

1. Unterordnung. Taxaceae.

Zapfenbildung der weiblichen Blüthen fehlend oder unvollkommen. Deckschuppen der weiblichen Blüthen fehlend, oder (wo vorhanden) einfach.

491. (Fam. 73.) Taxineae. Bäume oder Sträucher mit spiralig gestellten, oft zweireihig gerichteten, meistens nadelförmigen, selten laubblattartig ausgebreiteten Blättern. Blüthen diöcisch, seltener monöcisch; die ♂ in kurzen oder verlängerten Kätzchen, mit 2—8 hängenden Pollensäcken auf der Unterseite verschieden geformter Staubblätter; die ♀ aus einer atropen Samenknope mit einem Integumente und einem Vorblatte bestehend. Same mit fleischiger Aussenschale oder von einem Samenmantel umgeben. Embryo mit 2 Cotyledonen.

Taxus (Samen mit fleischigem, hochrothem Arillus): Die Eibe wild in Deutschland nur noch selten, meistens nur in Gärten cultivirt. Holz zu Tischler- und Drechslerarbeiten geschätzt. Salisburia (Gingko) biloba, in Japan heimisch, besitzt steinfruchtartige Samen und breite, zweilappige, einjährige Blätter.

Fossile Arten im Tertiär.

492. (Fam. 74.) Podocarpeae. Bäume oder Sträucher mit nadel- oder laubblattartigen, spiralig gestellten Blättern und monöcischen oder diöcischen Blüthen. Staubblätter klein, mit 2 Pollensäcken. Samenknospe anatrop, mit 2 Integumenten, ohne Vorblatt. Weibliche Blüthenaxe später anschwellend und fleischig werdend. Embryo mit 2 Cotyledonen.

Vorzüglich in Neuholland und Neuseeland zu Hause. Gattungen: Phyllocladus (mit kleinen schuppenartigen Blättern und blattartigen Zweigen — Neuseeland), Podocarpus (9 Arten im Tertiär), Dacridium etc.

2. Unterordnung. Araucariaceae.

Zapfenbildung der ♀ Blüthen vollkommen. Zapfenschuppen doppelt, mit Deck- und Fruchtschuppe.

493. (Fam. 75.) Cupressineae. Bäume oder Sträucher mit quirlig gestellten, häufig doppelt-gestalteten Blättern. Blüthen monöcisch oder diöcisch. Staubblätter schildförmig, mit 2 oder mehr hängenden Pollensäcken. ♀ Blüthe mit in alternirenden Quirlen stehenden Carpellen, die an der Basis auf der Innenfläche 2 oder viele, aufrecht stehende Samenknospen tragen. Deck- und Fruchtschuppe völlig verwachsen. Embryo mit 2—9 Cotyledonen.

In Deutschland nur Juniperus (Zapfen beerenartig, aus nur einem dreigliederigen Quirle gebildet) und Sabina (Zapfen beerenartig, aus mehreren Quirlen gebildet) vertreten. Cultivirt werden Arten der Gattungen Cupressus (Cypresse) und Thuja (Lebensbaum).

Officinell sind: Fructus Juniperi (Wachholderbeeren, von Juniperus communis L., Europa — Bestandtheile: ätherisches Oel, Harz, Zucker, Juniperin) — Summitates Sabinae (Zweigspitzen des Sadebaumes, Sabina officinalis Gcke., Juniperus Sabina L., Südeuropa, häufig cultivirt — Bestandtheil: ätherisches Oel — oft verwechselt mit Juniperus virginiana, Cupressus etc.). — Resina Sandaraca (Sandarakharz von Callitris quadrivalvis Vent., Nordwestafrika.

Von fossilen Cupressineen kennt man etwa 37, zum Theil noch lebenden Gattungen (Juniperus, Callitris, Thuja) angehörende Arten, von denen die meisten im Tertiär vorkommen.

494. (Fam. 76.) Taxodineae. Unterscheiden sich von den Cupressineen durch eine grössere Anzahl spiralig gestellter Zapfenschuppen, alternirende Blätter etc.

Taxodium distichum, die in Nordamerika und Mexiko vorkommende und bei uns manchmal cultivirte Sumpfcypresse, mit einjährigen Blättern und oft bis 1 Fuss hohen, kegelförmigen Auswüchsen auf den horizontal verlaufenden Wurzeln. Die Gattung kommt fossil im Tertiär vor.

495. (Fam. 77.) Sequoieae. Unterscheiden sich von Cupressineen und Taxodineen vorzüglich durch die mit der Mikropyle nach abwärts gerichteten Samenknospen.

Sequoia gigantea (Wellingtonia gigantea), der Mammuthbaum Californiens, erreicht eine Höhe von 380 Fuss (astfrei bis 140 Fuss), bei einem Stammdurchmesser von 31 Fuss am Boden.

Arten der Gattung sind fossil in der Kreide und im Tertiär vorhanden.

496. (Fam. 78.) Sciadopityeae. Von den vorigen Familien durch Habitus und Bau der Zapfen unterschieden, von den mehr ähnlichen Abietineen durch völlige Verwachsung der Deck- und Fruchtschuppe und durch die zahlreicheren Samenknospen (7—9) jeder Schuppe.

Sciadopitys (Japan).

497. (Fam. 79.) Abietineae. Meist ansehnliche Bäume, seltener Sträucher. Blätter meist lang, nadelförmig, spiralig gestellt, einzeln, oder an besonderen Kurztrieben zu 2—3 oder mehr in Büscheln. Blüthen monöcisch, selten diöcisch. ♂ Blüthen ährenförmig, mit zahlreichen Staubblättern, jedes mit 2 (oder mehr) Pollensäcken. ♀ Blüthen in Zapfen, spiralig gestellt, ihre Deck- und Fruchtschuppen frei oder wenig verwachsen, jede mit 2 Samenknospen, deren Mikropyle abwärts gerichtet ist. Zapfen holzig. Samen häufig geflügelt. Embryo mit 3—15 Keimblättern.

498. Die einzige Gattung Pinus wird oft in Gattungen zertheilt, deren deutsche sich folgendermaassen gruppiren:

I. ♂ Blüthen einen dicht gedrängten, knäuelartigen Blüthenstand bildend, ihre Pollensäcke der Länge nach aufspringend. Fruchtschuppen an der Spitze schildförmig verdickt. Samen erst im zweiten Jahre reifend, mit abfallendem Flügel. Blätter zu 2 oder mehreren büschelig. Zapfen ganz abfallend: Pinus (Kiefer),

II. ♂ Blüthen einzeln. Fruchtschuppen an der Spitze dünn, Samen im ersten Jahre reifend, mit bleibendem Flügel.

A. Pollensäcke der Länge nach aufspringend. Deckschuppen zur Fruchtzeit kürzer als die Fruchtschuppen. Zapfen ganz abfallend.

1. Zapfenschuppen holzig. Blätter einjährig, büschelweise an Kurztrieben: Larix (Lärche).

2. Zapfenschuppen lederig. Blätter immergrün, einzeln, spiralig an gewöhnlichen Zweigen: Picea (Fichte).

B. Pollensäcke der Quere nach aufspringend. Deckschuppen zur Fruchtzeit länger als die Fruchtschuppen, sammt diesen von der aufrecht stehen bleibenden Zapfenaxe einzeln abfallend. Blätter einzeln, spiralig: Abies (Tanne).

499. Officinell: Resina Pini Fichtenharz, von Pinus sylvestris L. (Kiefer), P. Abies L. (Picea vulgaris Lk., Abies excelsa Poir., Fichte, Rothtanne), P. Picea L. (Abies alba Mill., A. pectinata DC., Weiss- oder Edeltanne), P. Larix L. (Larix europaea DC., Lärche) u. a. Arten Europas. — Terebinthina communis, Terpenthin, von den meisten genannten Arten (amerikanischer von P. palustris W., P. Taeda Lk., P. Strobus L. französischer — Bordeaux — von P. Pinaster). — Terebinthina veneta, venetianischer Terpenthin, von Larix. — Turiones Pini, die in der Entwickelung begriffenen Triebe von Pinus sylvestris. — Ausserdem liefern alle diese Arten durch verschiedene Behandlung ihres Harzes noch Theer, Pech etc. — Balsamum canadense, Kanadabalsam, kommt von Abies balsamea DC. und A. canadensis Lk. in Nordamerika. — Essbare Samen liefern Pinus Cembra L. (Zirbelkiefer oder Arve — Alpengebiet) und P. Pinea L. (Pinie — Südeuropa). — Auch des Holzes wegen gehören die Abietineen zu den wichtigsten Waldbäumen.

Von anderen Arten sind noch zu nennen P. Mughus (Knie- oder Krummholz) und P. Laricio (Schwarzkiefer) als deutsche; von ausserdeutschen P. Strobus L. (Weymuthskiefer — Nordamerika — häufig in Parkanlagen), P. Cedrus L. (Ceder, Cedrus libanotica Lk. — Kleinasien) und P. Deodara Don (Cedrus Deodara Loud. — Himalaya — einer der schönsten Nadelbäume mit vorzüglichem Nutzholze).

Fossile Abietineen finden sich vorzüglich im Tertiär (Pinus mit über 100 Arten), treten aber schon im Jura auf. Am wichtigsten ist Pinites succinifer Göppert der Tertiärzeit, dessen fossiles Harz der Bernstein ist.

500. (Fam. 80.) Araucarieae. Besitzen, wie die Abietineen, spiralig gestellte Fruchtschuppen, die aber mit den Deckschuppen völlig verschmolzen sind. Die Samenknospen kehren die Mikropyle der Axe zu und stehen bei Araucaria und Dammara einzeln, bei Cunninghamia zu dreien beisammen.

Die Familie kommt vorzüglich in Südamerika (Araucaria imbricata, charakteristischer Waldbaum der Anden von Chile, A. brasiliensis in Brasilien, beide mit grossen, essbaren Samen) und Australien (Araucaria excelsa Ait., auf der Norfolkinsel, liefert vorzügliches Schiffsbauholz) vor. — Arten der Gattung Dammara liefern das Dammarharz (ostindisches von D. orientalis Lamb., neuseeländisches von D. australis).

40. Ordnung. Gnetaceae.

501. Blüthen in monöcischen oder diöcischen Inflorescenzen, mit Perigon, welches bei der ♂ Blüthe röhrenförmig und zweitheilig ist und aus dem ein stielartiger Träger vorragt, welcher zwei oder mehr Antheren trägt. Das Perigon der ♀ Blüthe ist einfach flaschenförmig oder drei- bis viertheilig. Samenknospe mit 1 oder 2 Integumenten. Samen mit harter Schale, nussartig, bei der Reife von dem manchmal saftig werdenden Perigon umgeben.

Die Ordnung umfasst drei habituell sehr unähnliche Gattungen. Ephedra, bereits in Südtyrol (E. distachya L.) auftretend, ist strauchig, mit gegliederten, dünnen, langen, grünen Zweigen und kleinen, schuppigen, opponirten, zu einer zweizähnigen Scheide verwachsenen

Blättchen. aus deren Achseln die Seitenzweige entspringen; die Gattung erinnert an die Casuarineen und Schachtelhalme. — Gnetum, im tropischen Asien und Amerika heimisch, umfasst Bäume und Sträucher mit ebenfalls gegliederten Zweigen, aber grossen, opponirten, gestielten, handnervigen, einfachen Blättern. — Welwitschia mirabilis (auf der Angola-Küste Westafrikas) hat einen rübenartigen, schwammigen, fast ganz im Boden steckenden Stamm (2 Fuss hoch, bei 11 Fuss Umfang), dessen beiden einzigen Blätter die bis zu 6 Fuss Länge erreichenden, linealen, lederartigen, flach dem Boden aufliegenden, ausdauernden Keimblätter sind. Die bis 1 Fuss hohen, dichotom verzweigten Blüthenstände entspringen in der Nähe des Stammscheitels und bestehen aus zahlreichen zapfenartigen, vierreihig beblätterten, scharlachrothen, männlichen oder weiblichen Aehren, die in den Blattachseln die einzeln sitzenden Blüthen tragen.

XI. Classe. Angiospermae.

(§ 479)

502. Für die Charakteristik der Angiospermen, der Ordnungen sowohl, als auch der Familien und Gattungen, ist der Bau der Blüthe von grösster Bedeutung.

Die Blüthe ist auch in dieser Classe ein metamorphosirter Spross, dessen Blätter eine bestimmte Anordnung zeigen (§ 148). Seine Axe ist gewöhnlich sehr verkürzt, so dass die Blattquirle oder Blattspiralen dicht über einander stehen, ohne bedeutend merkliche Internodien zwischen sich zu lassen. Nur wenn einzelne Blattgebilde in grosser Anzahl auftreten, zeigt die Blüthenaxe in Folge länger andauernden Wachsthums eine grössere Länge (manche Ranunculaceen, z. B. Myosurus — Magnolia etc.). In andern Fällen sind einzelne Internodien gegenüber den anderen bedeutend verlängert, wie bei Passiflora das Internodium zwischen Blumenkrone und Staubgefässen, bei Lychnis zwischen Kelch und Blumenkrone. Dass ferner die Blüthenaxe oft besondere Formen annimmt, wurde schon im § 136 an dem Beispiele der Feige etc. erläutert.

503. In der sogenannten vollständigen Blüthe werden vier Blattformationen unterschieden, die in ihrer zeitlichen und räumlichen Aufeinanderfolge von unten (aussen) nach oben (innen) als Kelch, Blumenkrone, Staubgefässe und Fruchtknoten auftreten. Kelch und Krone zusammen werden als Blüthenhülle, die Gesammtheit der Staubgefässe als Androeceum, die sämmtlichen Fruchtblätter als Gynaeceum bezeichnet. Die Glieder jeder dieser Blattformationen können in einen oder mehrere Kreise oder Spiralumläufe geordnet sein. Jede der Blattformationen kann fehlen und die Blüthe ist dann eine sogenannte unvollständige. Den höchsten Grad erreichen hierin die männlichen Blüthen mancher Aroideen, bei denen ein einzelnes Geschlechtsorgan die ganze Blüthe ausmacht. In anderen Fällen sind gewisse Blüthenblattkreise rudimentär. Dies gilt besonders von vielen Blüthen mit getrenntem Geschlecht (diclinische Blüthen), in denen dann entweder die Staubgefässe (weibliche Blüthen) oder die Fruchtknoten (männliche Blüthen) abortirt sind, ohne dass sonst Form und Stellungsverhältnisse darunter leiden. Nur in selteneren Fällen sind derartige eingeschlechtliche Blüthen verschieden gebaut (Cannabineen, Cupuliferen).

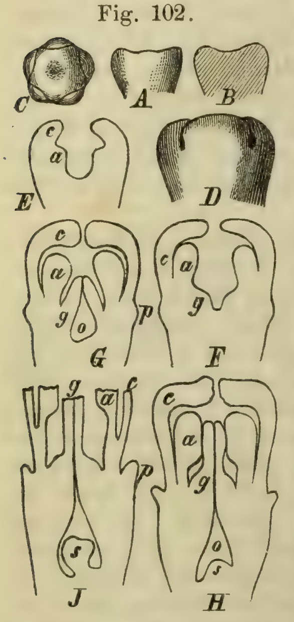
In den normalen Fällen wird mit Anlage des obersten (innersten) Blattkreises der Blüthenaxe das Wachsthum der letzteren eingestellt. Nur in seltenen Ausnahmefällen (die z. B. bei Rosen manchmal eintreten) dauert das-

selbe auch dann noch fort und die Blüthe ist eine sogenannte durchwachsene; der zur Blüthe heraustretende Spross kann dann eine zweite Blüthe oder auch gewöhnliche Blätter erzeugen.

1. Die Blüthenhülle.

504. Die Blüthenhülle fehlt in einzelnen Fällen ganz (Piperaceen, Aroideen); in anderen wird sie aus nur einem Blattkreise (Perigon) gebildet, der dann gewöhnlich klein, grün und unscheinbar (Urticaceen, Chenopodiaceen), seltener gross und blumenkronenartig gefärbt ist (Aristolochia, Daphne). Meistens ist die Blüthenhülle doppelt: ein unterer (äusserer) Kreis, der Kelch (calyx), ist aus grünen, derberen und gewöhnlich kleineren, mit breiterer Basis sitzenden Blättern und ein oberer (innerer), die Blumenkrone (corolla) aus farblosen oder bunten, zarteren und grösseren, an der Basis meist verschmälerten, oft deutlich gestielten Blättern gebildet. Es kommt jedoch auch vor, dass der Kelch blumenkronenartig (corollinisch) entwickelt ist (Aquilegia, Helleborus, Aconitum und andere Ranunculaceen), wobei dann die Kronenblätter oft klein und unscheinbar oder in Nectarien (§ 528) umgewandelt werden (die genannten Ranunculaceen). In anderen Fällen tritt auch statt des Kelches ein Kranz von Haaren auf (Pappus vieler Compositen — manche Cyperaceen, z. B. Eriophorum). Bei den Nymphaeaceen findet unter den zahlreichen Blättern der Blüthenhülle ein ganz allmäliger Uebergang von kelchartig entwickelten durch die der Corolle bis zu den eigentlichen Staubblättern hin statt.

Fig. 102.



505. Die Blätter der Blüthenhülle treten bei ihrer Entstehung wie die Laubblätter als kleine Zellenhöcker aus der Blüthenaxe hervor (Fig. 102 A). Diejenigen eines Kreises erscheinen entweder gleichzeitig (die meisten polysymmetrischen Blüthen mit quirlig geordneten Blättern) oder sie treten nach einander auf. In diesem Falle ist in spiralig gebauten Blüthen, namentlich bei solchen mit länger dauerndem Spitzenwachsthum der Axe, das Auftreten meistens ein streng acropetales, sowohl in der einzelnen Blattformation, als in Kelch und Krone unter sich verglichen. Bei anderen Blüthen kommt es jedoch auch vor, dass der Kelch erst angelegt wird, wenn die Staubgefässe bereits im Entstehen begriffen sind (Hypericum calycinum), oder selbst

Fig. 102. Entwickelung einer Compositenblüthe, schematisirt. A. Anlage der Corollenzipfel. — B=A im Längsschnitt. — C=A von oben gesehen. — E. Anlage der Staubgefässe. — D=E in der Aussenansicht. F Auftreten der Carpellblätter. — G. Etwas ältere Entwickelungsstufe als F. — H und J. Junge und etwas ältere Samenknospe in der Fruchtknotenhöhle. — c Corolle, a Staubgefässe, g Griffel, p Pappus, o Fruchtknotenhöhle, s Samenknospe. — Schwach vergrössert.

wenn diese und die Carpelle schon hervortreten (Compositen, Rubiaceen, Dipsaceen). In manchen Blüthen, die sich später zygomorph ausbilden, schreitet die Anlage der Kelch- und Kronblätter von einem Punkte aus nach rechts und links vor. Bei Reseda sind die hinteren Kronblätter (Staubgefässe und Fruchtblätter) die ersten, die vorderen die letzten. In der Blüthe der Papilionaceen entsteht zuerst das vordere Kelchblatt, dann zugleich das rechts und links gelegene und dann die beiden hinteren; ehe jedoch die letzteren angelegt werden, treten bereits die zwei vorderen Kronblätter auf, denen die anderen drei nach rechts und links folgen.

506. Entwickeln sich die einzelnen Blattanlagen (Kelchblätter, sepala — Kronenblätter, petala) frei weiter, indem sie an ihrer Basis völlig von einander getrennt bleiben, so wird die Blüthenhülle eine getrenntblätterige (eleutherosepal und eleutheropetal). Bei anderen Blüthen werden zuerst auch einzelne freie Blattanlagen sichtbar (Fig. 102 A). Haben dieselben indessen eine gewisse Grösse erreicht, so erhebt sich in Folge intercalaren Wachsthums unter ihnen eine Ringzone der Blüthenaxe und trägt auf ihrem Rande die ursprünglichen Blattanlagen empor (Fig. 102 H, I). Diese stehen dann als Zipfel oder Lappen auf dem freien Rande eines cylindrischen, glockenförmig oder ähnlich geformten Blattes, und die Blüthenhülle ist dann eine sogenannte verwachsenblätterige (gamosepal und gamopetal). Dieser Ausdruck darf jedoch nicht, wie oft geschieht, so aufgefasst werden, als ob eine wirkliche nachträgliche Verschmelzung ursprünglich völlig freier Blätter mit ihren Rändern stattfände. Bei Cucurbita erhebt sich die Corolla sogar als ein einheitlicher Ringwulst, auf dessen anfänglich glattem Rande erst später die fünf Zipfel der Blumenkrone als fünf Zellgewebshöcker angelegt werden (vgl. § 457).

Sind beide Blattkreise in der Blüthe vorhanden, so kann einer derselben frei, der andere „verwachsen" sein, oder beide sind gleichsinnig entwickelt. Bei der Hyacinthe sind die Glieder zweier dreiblätteriger, corollinischer Kreise (des Perigons) in der unteren Hälfte mit einander verwachsen.

507. Bei manchen Blüthen treten auf der Innenseite des Perigons oder der Blumenblätter Ligulargebilde (§ 145, S. 95) auf, welche die sogenannte Nebenkrone bilden; so bei Lychnis an der Grenze zwischen Stiel (Nagel) und Spreite (Platte) des Blumenblattes, bei Narcissus u. A. Die Kelchblätter mancher Rosaceen (Potentilla, Fragaria u. s. w.) entwickeln Nebenblätter, die dann als Hüll- oder Aussenkelch bezeichnet werden. Bei den Malvaceen sind es subflorale Hochblätter mit ihren Nebenblättern, welche den Hüllkelch bilden und Aehnliches findet sich bei Dianthus, Hepatica u. a. Angiospermen, bei denen derartige Gebilde dann nicht mit echten Blüthentheilen verwechselt werden dürfen. Oft werden auch ganze Blüthenstände von besonderen Blattkreisen oder einem einzelnen Blatte umgeben oder in der Jugend ganz eingehüllt (Involucrum der Umbelliferen, Spatha der Aroideen und Palmen).

2. Das Androeceum.

508. Die Staubgefässe sind nur in seltenen Fällen (Cyclanthera etc.) axile Gebilde. Meistens sind es Blätter (Staubblätter), welche nach Anlage des innersten Blüthenhüllenkreises als kleine Zellgewebshöcker aus der Axe

hervortreten (Fig. 102 E: a) und die Corolle gewöhnlich sehr bald in der Entwickelung so überholen, dass letztere oft noch aus kleinen, schuppigen Blättern besteht, wenn die Staubgefässe bereits reifen Pollen besitzen (gutes Beispiel: Papaver).

Die anfänglich halbkugelige, später cylindrische bis keulenförmige Staubblattanlage differenzirt sich bald in einen oberen stärkeren Theil: den Staubbeutel (Anthere) und einen unteren schwächeren, meist fadenförmigen, oft auch blattartigen: den Staubfaden (Filament). Das Filament setzt sich durch die Mitte der Anthere als Connectiv fort und überragt dieselbe oft noch als verschieden geformtes Anhängsel (Paris etc.). Die Form und Grösse des Connectives unterliegt mannigfachen Schwankungen, mit denen wieder Gestalt der Anthere und Lage der Antherenfächer zusammenhängen. Meistens ist es schmal, bandförmig und die Antherenhälften liegen dicht neben einander; in anderen Fällen verbreitert es sich unter Auseinanderrücken der Staubbeutelhälften; bei Salvia wird es sogar zu einem hebelartigen, etwas gekrümmten Faden. Mit dem Filamente steht das Connectiv ferner in der Regel in der Weise in fester Verbindung, dass die Anthere dem Ende des ersteren unbeweglich aufsitzt. In anderen Fällen ist das Connectiv gegen den Staubfaden so abgegliedert, dass die Anthere leicht beweglich ist (Lilium, Salvia etc.).

509. Bei manchen Pflanzen besitzt das Filament seitliche Anhängsel, die den Nebenblättern der Laubblätter gleichen (Allium, Laurineen etc.). Verzweigte Staubfäden kommen bei manchen Myrtaceen, Hypericineen, bei Ricinus u. s. w. vor. Mit den sogenannten verwachsenen Staubgefässen dürfen diese nicht verwechselt werden, da sie ursprünglich als einheitliche Anlagen erscheinen. So treten die Staubblattanlagen bei den Hypericineen anfänglich als drei oder fünf grosse Zellgewebshöcker auf, von denen jeder auf seiner Oberfläche nach und nach von dem Scheitel bis zur Basis kleinere Höcker entwickelt, die zu den antherentragenden Filamenten heranwachsen. Aehnlich ist es bei Ricinus. Bei Cucurbita dagegen werden die fünf Staubgefässe so angelegt, dass je zwei einander mehr genähert sind, eines isolirt steht. Unter den paarweise genäherten erhebt sich dann ein Fussstück derart, dass die beiden isolirten Anlagen gemeinsam empor getragen werden, in der entwickelten Blüthe daher drei Staubgefässe vorhanden sind: zwei sogenannte verwachsene und ein freies. Verzweigung und gleichzeitig Verwachsung der Filamente wird bei den Malvaceen beobachtet.

510. „Verwachsung“ der Staubgefässe mit der Blumenkrone kommt vielfach, namentlich in gamopetalen Blüthen vor. Hier sind die Staubblattanlagen völlig frei von der Corolle (Fig. 102 E, a). Später aber erhebt sich der unter der Corolle und den Staubgefässen liegende Gewebetheil in Form einer Röhre in der Weise, dass Krone und Staubblattkreis von einer gemeinsamen Unterlage empor getragen werden (Fig. 102 G—J) und letzterer aus der ersteren zu entspringen oder mit ihr verwachsen scheint. Aehnliche Verhältnisse finden sich oft zwischen Staub- und Fruchtblättern, werden aber auch hier nicht durch Verwachsung im strengen Sinne des Wortes, sondern durch intercalares Wachsthum unter ihnen liegender gemeinsamer Gewebezonen der Blüthe veranlasst. Am einfachsten tritt dieses u. a. bei Sterculia hervor, bei welcher Staubgefässe und Fruchtknoten von einem

stielartigen Träger, einem Internodium der Blüthenaxe (Gynophorum), gemeinsam emporgehoben werden, so dass die kleinen Antheren als ein Anhängsel des mächtigen Ovariums erscheinen. Bei den Orchideen dagegen, deren Fruchtknoten unterständig ist, treten die Verhältnisse nicht so einfach auf. Die mannigfaltig gestaltete Griffelsäule (Gynostemium) mit ihrer in der gedrehten Blüthe nach abwärts gekehrten Narbenfläche ist hier mit den Staubgefässen verschmolzen. In den meisten Orchideenblüthen ist von den typischen sechs Staubgefässen nur eines fruchtbar entwickelt, das der der Narbe gegenüberstehenden Seite der Griffelsäule ansitzt; bei anderen (z. B. Cypripedium) sind zwei fruchtbare, rechts und links stehende Staubgefässe vorhanden, zu denen auf dem Rücken des Gynostemiums ein Staminodium (§ 511) kommt.

511. Oft sind in einer Blüthe die Staubgefässe ungleich gross (Cruciferen, Labiaten etc.) oder ungleich gestaltet. Fehlt ihnen im letzteren Falle die Anthere, sind sie also steril, so heissen sie Staminodien. Derartige Gebilde weichen in ihrer Form oft wenig von den Filamenten der übrigen Staubgefässe der Blüthe ab (Erodium etc.); in anderen Fällen sind sie aber mehr oder weniger corollinisch (Canna, Aquilegia etc.), so dass sie die Zahl der Kronentheile vermehren. Bei vielen Blüthen ist diese petaloide Umbildung der Staubgefässe Ursache der sogenannten Füllung (Rose).

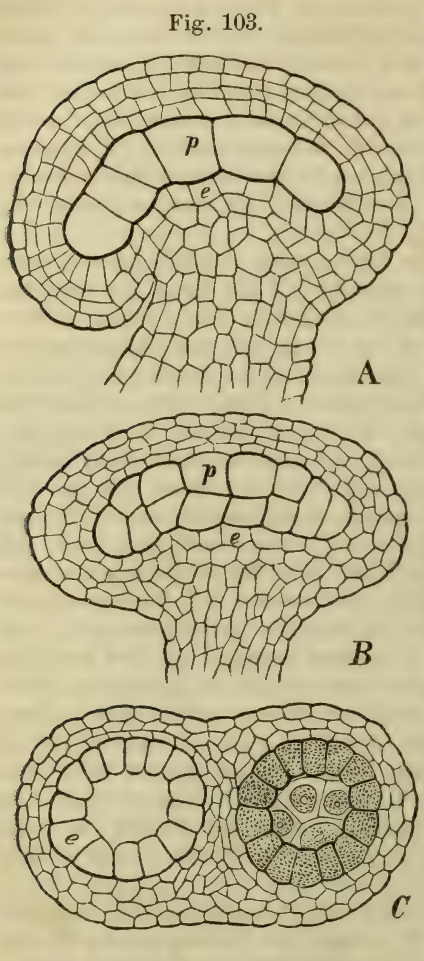
Betreffs der Entstehungsfolge der Staubgefässe gilt im Allgemeinen das von der Blüthenhülle Gesagte; doch kommen auch hier vielfache Abweichungen vor, namentlich dann, wenn nach Aufhören des Spitzenwachsthums der Axe einzelne Zonen derselben noch länger andauerndes, intercalares Wachsthum zeigen. So werden bei Rosaceen noch Staubgefässe angelegt, wenn bereits die Carpelle aufgetreten sind. Bei Geraniaceen, Rutaceen, Oxalideen u. a. werden zwischen die fünf Staubgefässe eines bereits vorhandenen Wirtels fünf jüngere eingeschoben (interponirt), ohne dass die Anordnung des älteren Wirtels gestört wird. Aehnlich verhalten sich die Hippocastaneen, Acerineen etc., bei welchen jedoch die Zahl der interponirten Staubgefässe kleiner ist, als die der schon vorhandenen des Quirles, so dass die Gesammtzahl der Stamina nicht mit denen der übrigen Blüthentheile harmonirt. Dass bei Reseda die Entstehungsfolge der Staubgefässe mit derjenigen der Krone übereinstimmt, wurde schon im § 505 erwähnt.

Am eigenthümlichsten verhalten sich die Primulaceen und Plumbagineen. Bei diesen erhebt sich nach Anlage des Kelches in der Blüthe ein Ringwall mit fünf Zellgewebshöckern (Primordien), von denen jeder zu einem Staubgefäss weiter wächst, aus dessem Rücken dann der Corollenzipfel hervorsprosst.

512. Das jugendliche Staubgefäss, dessen oberer, zur Anthere werdender Theil bald keulig anschwillt und gewöhnlich seitlich je zwei Längswülste zeigt, besteht anfänglich aus einem gleichmässigen Meristem, in welchem sich dann ein das Filament und Connectiv durchziehender Fibrovasalstrang differenzirt, während das Dermatogen deutlichere Epidermisstructur annimmt. Die Zahl der in der Anthere sich bildenden Pollenfächer ist verschieden, beträgt jedoch bei den allermeisten Angiospermen vier, von denen je zwei auf einer Seite liegen. Jedes Fach geht gewöhnlich nur aus einer unterhalb jedes Längswulstes der Anthere liegenden

Zellengruppe oder Zellenreihe der äussersten Periblemschicht hervor, deren Zellen sich bedeutend vergrössern und durch Tangentialwände nach aussen eine Lage kleinerer Zellen abgliedern. Während die so entstehenden inneren, grösseren, an Plasma reichen Zellen die Urmutterzellen des Pollen (Fig. 103 A: p) repräsentiren, theilt sich die von diesen abgeschiedene Zellenlage noch weiter in drei Schichten (Fig. 103 A), von denen die innere, an die Pollenurmutterzellen grenzende sich später durch eigenthümliche Beschaffenheit ihrer radial gestreckten Zellen (Fig. 103 C: e) auszeichnet und die Innenwand des Faches als „Tapete" oder Epithel auskleidet, während die Zellen der äusseren, unmittelbar unter der Antherenepidermis liegenden Schicht faserartige, meist netzig verbundene Verdickungen auf den Innen- und Seitenwänden erhalten.

Fig. 103.



513. Die Pollenurmutterzellen vermehren sich gewöhnlich nur spärlich durch wiederholte Zweitheilung (Fig. 103 A, B: p). Die aus ihnen hervorgehenden Mutterzellen des Pollen runden sich bald ab und verdicken ihre anfänglich zarten Wände unter gallertartiger Lockerung und Schichtung derselben (Fig. 12 h—m, S. 28). Bei den Monocotyledonen theilen sie sich succedan, bei den Dicotyledonen simultan in der in den §§ 58 und 59 (Fig. 12 h—m, S. 28) dargestellten Weise in vier Zellen, deren Plasma durch Umhüllung mit einer neuen Membran zu je einer Pollenzelle wird. Während diese heranwächst und ihre Zellwand weitere Veränderungen erfährt, werden die Wände der Pollenmutterzellen allmälig gelöst. Dasselbe geschieht mit dem das Fach auskleidenden Epithel und der zwischen diesem und der Faserzellenschicht befindlichen Zellenlage. Aus diesen sich

---

Fig. 103 A. Längsschnitt durch ein Antherenfach von Malva sylvestris (Vergr. ca. 300), nach Warming. — B. Längsschnitt durch ein etwas älteres Antherenfach von Althaea rosea. — C. Querschnitt einer Anthere derselben Pflanze, noch älter; aus der linken Hälfte sind die bereits zum letzten Male getheilten Pollenmutterzellen herausgefallen. — p Pollenmutterzellgewebe, e Epithel des Antherenfaches.

lösenden Geweben geht eine körnig-schleimige Flüssigkeit hervor, in der die jungen Pollenkörner schwimmen und die von letzteren allmälig während der weiteren Entwickelung als Bildungsmaterial aufgesogen wird.

514. Die Pollenmembran wächst während dessen gewöhnlich bedeutend in die Dicke und differenzirt sich dabei in zwei Lamellen oder Schalen. Eine äussere Lamelle, die Exine, wird derber und dicker; sie cuticularisirt, erhält auf der Oberfläche meistens locale Verdickungen mannigfacher Art (Fig. 104) und zeigt oft wieder Sonderung in dichtere und weniger dichte Schichten und Streifen. An einzelnen Stellen ist sie häufig bedeutend verdünnt oder gar ganz in der Weise unterbrochen, dass sie Spalten oder Löcher hat, welche sogar wieder mit deckelartigen Exinestücken verschlossen sein können (Fig. 104 A und B: d). Derartige Stellen dienen später den Pollenschläuchen zum Austritt (Fig. 104 B: p).

Fig. 104.



Eine Innenlamelle, die Intine des Pollen, bleibt dagegen zart und dünn. Sie cuticularisirt nicht, erhält aber manchmal an den unter den Oeffnungen der Exine gelegenen Stellen Verdickungen (Fig. 104 A: z), welche dann das Material zum Pollenschlauch liefern.

515. Der Inhalt der Pollenzelle ist ein dichtes, meist trübes Plasma mit Oeltröpfchen und Stärkekörnchen. Auf der Oberfläche des Pollen kleben oft Tropfen eines gefärbten Oeles, die den Pollen namentlich für die Beförderung zu anderen Blüthen durch Insekten geschickt machen. Die Gestalt der Pollenzellen und ihrer Exineverdickungen ist für manche Familien und Gattungen eine sehr bestimmte und charakteristische. Namentlich zeichnen sich gewisse Familien dadurch aus, dass die fertigen Pollenzellen sich nicht von einander trennen. Bei Ericaceen, manchen Orchideen u. s. w. bleiben die Pollenzellen zu Tetraden, wie sie in der Mutterzelle entstanden, verbunden. Bei den Mimoseen bilden 8—64 Pollenzellen eine grössere Gruppe, deren Oberfläche eine derbere Exine besitzt, als die Trennungswände. Bei vielen Orchideen verkleben die aus einer Urmutterzelle entstehenden oder sämmtliche Pollenkörner des Faches durch die in Viscin umgewandelten Membranen der Mutterzellen, während bei den Onagrarieen zwar die Pollenkörner völlig frei werden, aber doch noch locker durch fadenziehende Viscinmassen der unvollständig resorbirten Mutterzellwände verbunden sind.

516. Das Oeffnen der reifen Anthere findet dadurch statt, dass zwischen der glatten Epidermis und der Faser-

Fig. 104. Pollen von Cucurbita Pepo. A. Querschnitt der Pollenhaut (Vergr. 360): e Exine, d deren Deckel; i Intine, z die Verdickung derselben unter dem Deckel; f mit kleinen Stärkekörnern erfüllter Plasmainhalt des Pollenkornes. — B. Ganzes Pollenkorn mit Pollenschlauch (p) und eben beginnender Entwickelung eines zweiten Pollenschlauches bei d (Vergr. 120).

zellenschicht durch das stärkere Zusammenziehen der ersteren beim Austrocknen der Membranen Spannungen entstehen, die zum Zerreissen der schwächsten Wandstellen der Anthere führen. Diese liegen in den allermeisten Fällen in der die Pollensäcke äusserlich trennenden, der inneren Scheidewand zwischen diesen entsprechenden Furche. Die Anthere öffnet sich daher hier beiderseits mit einem Längsriss, und da gleichzeitig die immer zart bleibende, trennende Gewebeschicht zwischen den zwei Fächern einer Hälfte zerstört wird, vereinigen sich diese zu einem gemeinsam sich öffnenden Fache. Die geöffnete ganze Anthere besitzt dann nur zwei Fächer im Sinne der Systematik, während z. B. die Asclepiadeen ursprünglich nur zwei, manche Mimoseen acht und ebenso gewisse Onagrarieen (Clarkia, Gaura) in jeder Antherenhälfte 3—6 durch Parenchym getrennte, über einander liegende Fächer besitzen.

Bei anderen Familien öffnen sich die Antherenhälften durch einen kurzen Riss oder ein Loch auf dem Scheitel (Solanum, Ericaceen etc.). Diejenigen der Berberiden und mancher Laurineen etc. öffnen sich durch zwei von unten nach oben zurückschlagende Klappen, die dann allein die erwähnten Faserzellen als Innenschicht besitzen; bei anderen Laurineen sind jederseits zwei unter einander liegende Klappen vorhanden.

3. Das Gynaeceum.

517. Das Gynaeceum wird aus einem oder mehreren Fruchtknoten (Ovarien) gebildet, welche stets den Schluss der Blüthenentwickelung machen, die in ihrer Höhlung die Samenknospen einschliessen und sich nach erfolgter Befruchtung zur Frucht weiter bilden. Oberständig sind die Fruchtknoten, wenn sie oberhalb der Einfügung der letzten Staubgefässe stehen oder bei flacher Blüthenaxe die Mitte derselben einnehmen. Die Blüthenhüllen und Staubgefässe sind dann unterständig oder hypogynisch. In anderen Fällen erhebt sich der die Blüthenhüllen und Staubgefässe tragende Rand der Blüthenaxe in Folge intercalaren Wachsthums; letztere wird dann hohl und trägt im Grunde der Höhlung den oder die Fruchtknoten, die aber nicht mit der Wand des ausgehöhlten Blüthenbodens verschmolzen sondern vollständig frei sind (Rosa, Prunus u. s. w. — § 136): die Blüthe ist perigynisch. Unterständig ist dagegen der Fruchtknoten, wenn seine Wand durch den ausgehöhlten Blüthenboden selbst gebildet wird. In diesem Falle werden nach Anlage der Fruchtblätter, die sich als kleine Zellgewebshöcker oder auch als Ringwulst (Onagrarieen) erheben (Fig. 102 F: g), sämmtliche peripherischen Blüthentheile durch intercalares Wachsthum einer Ringzone der dieselben tragenden Blüthenaxe emporgetragen: die nur langsam wachsende Scheitelregion der Blüthe wird in Folge dessen eingesenkt und die Carpellblätter decken die zur Fruchtknotenhöhle werdende Höhlung der Blüthenaxe nur von oben her zu und wachsen zu den frei empor ragenden Griffeln mit den Narben aus (Fig. 102 H und J). Die Blüthenhüllen selbst sind dann oberständige oder epigynische. Scharf getrennt sind jedoch diese Typen nicht, da sowohl zwischen den hypogynen und perigynischen Blüthen, als auch zwischen letzteren und den epigynischen mancherlei Uebergangsformen existiren.

518. Der oberständige Fruchtknoten entsteht aus den Fruchtblättern oder Carpellen. Erhebt sich aus dem Scheitel der Blüthenaxe als

Schlussgebilde derselben nur ein einziges Fruchtblatt, dessen Ränder sich in Folge concaver Einrollung der Oberfläche aneinander legen und verschmelzen, so ist der Fruchtknoten monomer. Der Mittelnerv läuft dann auf dem Rücken desselben hin und die Samenknospen entstehen auf den nach innen als Placenten vorspringenden, gewöhnlich sich etwas verdickenden Fruchtblatträndern (Papilionaceen). Der ursprünglich einfächerige Fruchtknoten kann dann durch Wucherungen seiner Innenfläche später der Länge (Astragalus) oder der Quere nach (Cassia fistula) gefächert werden. In den einfrüchtigen (monocarpen) Blüthen ist nur ein derartiger Fruchtknoten vorhanden, während in mehrfrüchtigen (polycarpen) 2 bis zahlreiche Fruchtblätter frei von einander zu eben so vielen monomeren Fruchtknoten sich entwickeln, die entweder in Quirlen entstehen (Paeonia, Delphinium, Aquilegia etc.), oder welche bei grösserer Anzahl spiralig geordnet sind (Ranunculus, Myosurus, Magnolia u. a.).

519. Verschmelzen in einer Blüthe zwei oder mehrere im Wirtel angelegte Fruchtblätter zu einem einzigen Fruchtknoten, so ist dieser ein polymerer. Findet die Vereinigung nur an den nur wenig nach innen vorspringenden Rändern statt, so bleibt der Fruchtknoten einfächerig (Viola). Treten die Ränder der Fruchtblätter weiter nach innen vor, ohne jedoch in der Mitte zusammen zu schliessen, so ist er mehrkammerig (Papaver). Mehrfächerig wird der Fruchtknoten dagegen, wenn die vollständig bis ins Centrum vorragenden Fruchtblattränder hier mit einander verwachsen (Lilium). Bei Cerastium ist nur die untere Hälfte des Ovariums in dieser Weise fünffächerig, die obere aber durch weitere Erhebung der Fruchtblätter einfächerig. Bei Saxifraga sind die beiden Carpelle nur im unteren Theile verwachsen, oben jedoch so getrennt, dass sie hier wie zwei monomere Fruchtknoten erscheinen.

Wie beim monomeren Ovarium, so kann auch hier der Fruchtknoten durch in den Fächern auftretende leistenartige Gewebewucherungen der Innenseite weiter gefächert werden, wie bei den Labiaten und Boragineen, bei denen der ursprünglich zweifächerige Fruchtknoten später vierfächerig wird, oder wie bei Linum, wo jedes der fünf Fächer durch eine nicht ganz bis zum Centrum vorspringende Lamelle in zwei Kammern zerfällt.

Auch für den unterständigen Fruchtknoten gelten in Bezug auf Fächerung durch nach innen von der Fruchtknotenwand vorspringende Wände die eben gegebenen Bezeichnungen.

520. Verlängern sich die Fruchtblätter zu einem verschieden gestalteten, meist fadenförmigen Fortsatz, so wird dieser als Griffel bezeichnet. Wird der Fruchtknoten aus nur einem Carpell gebildet, so ist auch nur ein einziger, manchmal verzweigter Griffel vorhanden. Auch bei polymeren Fruchtknoten kann durch Verschmelzung der Carpellspitzen ein einziger Griffel entstehen; oder es sind so viele (aber oft im unteren Theile noch verwachsene) Griffel, als Fruchtblätter vorhanden. Durch starkes Wachsthum des oberen Fruchtknotentheiles kann der ursprünglich endständige Griffel auch seitwärts zu stehen kommen (Fragaria) oder gar bis zur Basis der Fruchtblätter verschoben werden (Labiaten, Boragineen).

In vielen Fällen ist der Griffel von einer engen, in den Fruchtknoten mündenden Höhlung, dem Griffelcanal (Fig. 105 A: g), durchzogen (Viola, Liliaceen). Oder er ist anfänglich hohl und wird später von einer locke-

ren Zellgewebswucherung seiner Innenwand erfüllt (Anagallis), oder aber diese als leitendes Gewebe bezeichnete Ausfüllung tritt von Anfang an im ganzen Griffel oder nur im oberen Theile desselben auf. Griffelcanal wie leitendes Gewebe dienen den zur Befruchtung bestimmten Pollenschläuchen als Leiter in das Ovarium (§ 529).

Der obere, für die Aufnahme des Pollen bestimmte und oft eigenthümlich gestaltete Theil des Griffels, die Narbe, ist ein drüsiges, mit zarten Haaren oder Papillen (Narbenpapillen) bedecktes Organ, das zur Zeit der Bestäubung (§ 529) ein kleberiges, zuckerhaltiges Secret absondert, welches einmal zur Festhaltung der Pollenzellen, dann aber auch für die leichtere Entwickelung der Pollenschläuche bestimmt ist. Für die Unterscheidung von Gattungen und Arten ist ihre Form oft von Wichtigkeit.

521. Die in der Fruchtknotenhöhlung entstehenden Samenknospen haben verschiedene morphologische Bedeutung. Die einzelne, grundständige Samenknospe des einfächerigen, monomeren oder polymeren Ovariums ist ein Axengebilde (Compositen, Polygoneen). Erhebt sich innerhalb des einfächerigen Fruchtknotens der Axenscheitel als säulenförmige oder anders gestaltete Anschwellung (Placenta), auf welcher die Samenknospen entstehen, so entsprechen diese eben so vielen Blättern (Primula). Blattzipfel sind sie, wenn sie aus den nach innen vorspringenden Rändern der Carpelle ihren Ursprung nehmen, gleichviel ob diese nur wenig als leistenförmige Placenten vorragen (Viola), oder ob sie den Fruchtknoten mehrkammerig machen (Papaver), oder ob sie sich im Ovariumcentrum vereinigen und ihre sich nach innen in die Fächer umbiegenden Placentarränder die Samenknospen tragen (Liliaceen). Auch die in der Carpellblattachsel bei Ranunculus u. A. entspringende Samenknospe ist als Blattzipfel zu betrachten. Dagegen ist die aus einer einzelnen Zelle hervorgehende Samenknospe der Orchideen einem Trichom äquivalent.

522. Die einzelne Samenknospe wird in den allermeisten Fällen zuerst als ein kleiner halbkugeliger Gewebehöcker sichtbar, der sich senkrecht auf der Placenta oder im Grunde der Fruchtknotenhöhle erhebt (Fig. 102 H und I: s). Hat derselbe eine bestimmte Grösse und dabei meist eiförmige bis cylindrische Gestalt erreicht, so entwickelt sich in gewisser Entfernung unterhalb seiner Spitze ein Ringwall von Zellen, der nach oben emporwächst und den oberen Theil der Samenknospe wie ein Mantel bis auf eine bleibende enge, canalartige Oeffnung, die Mikropyle (Fig. 105 A: m), umschliesst. Diese Hülle wird als Integument (Fig. 105 B: i; A, ii und ai), der von ihr umschlossene Theil der Samenknospe nun als Knospenkern (nucleus Fig. 105 A-C: n), sein unter der Mikropyle liegender Scheitel als Kernwarze bezeichnet. Der den Knospenkern mit seinen Integumenten tragende, kürzere oder längere Stiel wird Funiculus (Fig. 105 A: f), die Region, in welcher die Integumente entspringen, Knospengrund (chalaza) genannt. Häufig besitzt die Samenknospe nur ein Integument (die meisten Coniferen — Fig. 105 B — und gamopetalen Dicotyledonen). E enso häufig entsteht aber unterhalb der ersten Integumentanlage bald darauf eine zweite, welche Knospenkern sammt dem älteren Integumente in gleicher Weise wie dieses überwächst (die Mehrzahl der Monocotyledonen u. A.). Die beiden Integumente werden dann als inneres (das ältere — Fig. 105 A, C: ii) und äusseres (das jüngere — Fig. 105 A, C: ai) unterschieden. Die Mikropyle wird

Fig. 105.

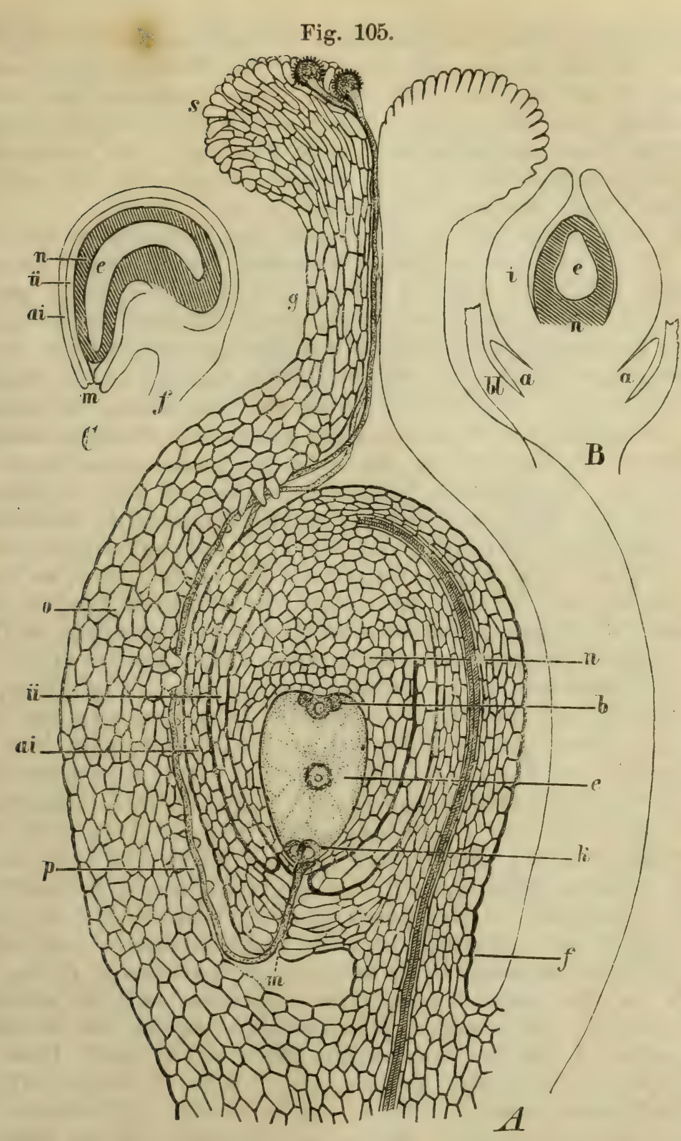


Fig. 105. Schematische Darstellung des Fruchtknotens und der anatropen Samenknospe im Augenblicke der Befruchtung. — B. Orthotrope Samenknospe von Taxus und C campylotrope Samenknospe von Beta, schematisirt und wie A im Längsschnitt. — o Fruchtknoten, g Griffel, s Narbe mit zwei Pollenkörnern, deren Pollenschläuche (p) durch den Griffelcanal in die Fruchtknotenhöhle hinein gewachsen sind; einer derselben dringt durch die Mikropyle (m) der Samenknospe und durch das Gewebe der Kernwarze des Knospenkernes (n) zu den Eizellen (k), welche in der Spitze des Embryosackes (e) liegen. b Basalzellen, f Funiculus, ii inneres und ai äusseres Integument. — a in Figur B die Anlage des Samenmantels, bl Blatt, i das einzige Integument.

ferner in diesen Fällen bald von beiden Integumenten gebildet (Fig. 105 A), bald nur von dem inneren, das dann mit seiner Mündung das äussere Integument oft weit überragt. Oft entsteht später, manchmal erst nach der Befruchtung, unter dem äusseren Integumente noch ein dritter Ringwulst, der sich zu einem eigenthümlichen, meist fleischigen, den spätern Samen einhüllenden Gebilde, dem Arillus oder Samenmantel (Fig. 105 B: a), entwickelt (Taxus, Myristica, Evonymus u. s. w.).

523. Gewöhnlich sind die Integumente nur wenige (2—3) Zellenlagen stark. Ist ein einzelnes Integument vorhanden, so ist dieses jedoch oft so mächtig entwickelt, dass der Nucleus ihm gegenüber winzig erscheint (Compositen, Umbelliferen). Die Integumente entstehen ferner entweder aus dem Dermatogen allein (Compositen), oder aus dem Periblem, welches das Dermatogen emporwölbt; oder beide Fälle kommen auch an derselben Samenknospe neben einander vor, wie bei den Onagrarieen, bei denen das innere Integument dem Dermatogen, das äussere dem Periblem entstammt.

Während der Entwickelung der Theile der Samenknospe behält diese entweder ihre ursprüngliche Wachsthumsrichtung bei und die Mikropyle liegt dann dem Funiculus oder dem Anheftungspunkte der Samenknospe gerade gegenüber: geradläufige oder orthotrope (atrope) Samenknospe (Taxus — Fig. 105 B — Polygoneen, Piperaceen). Oder sie krümmt sich kurz vor oder während der Anlage der Integumente in der Weise, dass später die Mikropyle seitwärts neben dem Funiculus liegt, der Knospenkern (sammt Integumenten) jedoch gerade bleibt: rückläufige oder anatrope Samenknospe (die meisten Angiospermen — Fig. 105 A). Die dem Funiculus anliegende Seite des äusseren Integumentes ist dann in der Regel nur schwach entwickelt (Fig. 105 A); bei den Compositen fehlt sogar das Integument an dieser Seite ganz. In einem dritten Haupttypus endlich krümmen sich Knospenkern und Integumente bei Krümmung der Samenknospe mit und diese wird eine gekrümmte oder campylotrope (Fig. 105 C — Caryophylleen etc.). Mittelformen zwischen diesen drei Typen kommen vor. In manchen Fällen werden auch die Samenknospen rudimentär entwickelt. Denjenigen der Santalaceen fehlen die Integumente; sie bestehen nur aus einem nackten Knospenkerne. Bei den Loranthaceen muss sogar die Basis der kaum vorhandenen Ovariumhöhle als Samenknospe gelten.

524. In dem jungen Knospenkerne vergrössert sich eine gewöhnlich annähernd in der Mitte liegende Zelle bald so bedeutend, dass sie sich dadurch auffallend von den benachbarten Zellen unterscheidet. Diese Zelle ist der Embryosack oder Keimsack (Fig. 105 A: e), welcher oft schon früh das Gewebe zwischen sich und der Kernwarze des Nucleus so verdrängt, dass er nur von einer dünnen Lage desselben bedeckt bleibt oder selbst in Folge gänzlicher Zerstörung desselben frei in die Mikropyle vorragt (Labiaten, Crocus) oder gar zu dieser schlauchförmig hinauswächst (Santalum). Sein Inhalt ist ein schaumiges Plasma, das bald wandständig wird, während der Kern oft in der Mitte in einer durch Plasmastränge mit dem Wandplasma verbundenen Protoplasmamasse liegen bleibt (Fig. 105 A). Im Grunde des Embryosackes entstehen lange Zeit vor der Befruchtung einige freie, sich bald mit Membran umhüllende Zellen, die Antipoden oder Basalzellen (Fig. 105 A: b), vielleicht als letzte Andeutung eines weiblichen Prothalliums (§ 477). Ihnen gegenüber, in dem der Mikropyle zu-

gewendeten Ende des Embryosackes bilden sich in gleicher Weise und ebenfalls vor dem Eintreffen des Pollenschlauches die nackten Keimbläschen oder Eizellen, gewöhnlich zu zweien (Fig. 105 A: k), seltener mehr, oder zahlreiche Eier im ganzen Wandplasma (Citrus), oder nur ein einziges Ei (Rheum). Jede der meist ei- bis birnförmigen Eizellen besitzt einen grossen Zellkern. Beide sind der Membran des Embryosackes dicht angeschmiegt, doch so, dass die eine etwas höher, die andere, dieser angedrückt, etwas tiefer liegt. Oft ragen sie zur durchbohrten Spitze des Embryosackes hinaus und in die Mikropyle hinein. Bei Santalum, Gladiolus, Watsonia, Crocus u. A. ist ihr frei vorragendes Ende sogar mit einer eigenthümlichen, längsstreifigen Bildung, dem Fadenapparat, bedeckt, der wohl der Canalzelle des Archegoniums der Gefässkryptogamen entspricht, und der an der Embryoentwickelung keinen Antheil nimmt. Eiweissbildung, wie bei den Gymnospermen (§ 483), tritt bei den Angiospermen vor der Befruchtung nicht ein.

4. Die Bestäubungseinrichtungen.

525. Der Pollen muss, um seine befruchtende Wirkung ausüben zu können, auf die Narbe des weiblichen Geschlechtsapparates gelangen. Bei eingeschlechtlichen Blüthen wird diese Uebertragung entweder wie bei den Gymnospermen durch den Wind, oder durch Insekten ermöglicht. In den Zwitterblüthen kann in vielen Fällen der ausstäubende Pollen unmittelbar auf die Narbe gelangen und hier auch wirklich befruchten (Draba verna, Brassica Rapa, Linum usitatissimum u. A.); er ist jedoch vielfach auch ohne Wirkung (z. B. bei Corydalis), da er meistens nur dann befruchtet, wenn er auf die Narbe einer anderen Blüthe kommt. Hieraus geht also, wie aus anderen gleich zu erwähnenden Erscheinungen hervor, dass zu nahe Verwandtschaft der Sexualzellen (hier die Entstehung in derselben Blüthe) nachtheilig für die Erhaltung der Art ist, selbst wenn die Selbstbestäubung, wie in anderen Fällen, einzelne gute Samen zur Ausbildung fördert.

Bei einer grossen Anzahl von Zwitterblüthen wird daher auch in Folge besonderer Entwickelungsverhältnisse oder eigenthümlicher Organisation die Selbstbestäubung förmlich unmöglich gemacht. Einmal geschieht dieses in der Weise, dass Narbe und Antheren zu sehr verschiedener Zeit ihre völlige Ausbildung erlangen, wie dies bei den Dichogamen der Fall ist. Hier ist entweder die Blüthe eine protogynische, d. h. die Narbe ist bereits empfängnissfähig, wenn die Antheren derselben Blüthe noch geschlossen sind; sie ist abgestorben, wenn letztere sich öffnen, kann daher nur von dem Pollen einer älteren Blüthe befruchtet werden (Plantago, Scrophularia, Anthoxanthum, Luzula, Scopolia). Oder die Blüthe ist eine protandrische: ihr Pollen stäubt bereits aus, wenn die Narbe noch nicht völlig entwickelt ist, kann daher nur auf der Narbe einer älteren Blüthe zur Wirkung gelangen (Malva, Epilobium, Geranium, Umbelliferen, Campanulaceen, Compositen etc.).

526. In anderen Fällen ist trotz gleichzeitiger Ausbildung die gegenseitige Stellung der Geschlechtsorgane eine solche, dass die Selbstbestäubung ausgeschlossen ist; die Antheren stehen unterhalb der Narben, so dass der Pollen auf den Grund der Blüthe oder auch zu dieser hinaus fallen muss (Iris, Crocus, Viola, Orchideen, Passifloreen, Melastomeen, Pa-

pilionaceen, viele Labiaten und Scrophularineen). Die die Bestäubung vermittelnden Insekten, welche, nach Nectar suchend, in die Blüthen hineinkriechen, streifen den Pollen mit dem Rücken aus den offenen Antheren, und wischen ihn in einer anderen Blüthe an der Narbe ab. um dann, tiefer in diese hineinkriechend, eine neue Ladung Blüthenstaub für eine folgende Blüthe mitzunehmen. Bei Salvia tupft das die Blüthe besuchende Insekt selber den Pollen der fruchtbaren Antherenhälften auf seinen Rücken, indem es mit dem Kopfe das entgegengesetzte Ende des hebelartigen und beweglichen Connectives berührt, dieses dadurch vorwärts und das andere emporstehende Ende abwärts drückt. Bei den Orchideen bleiben die verklebten Pollenmassen (§ 515) mittelst einer kleberigen Drüse am unteren stielartigen Ende am Insektenkörper hängen, um auf die ebenfalls kleberige Narbe einer zweiten Blüthe abgestreift zu werden. Hier liegt gleichzeitig wieder der Fall vor, dass der Pollen auf der Narbe derselben Blüthe wirkungslos ist. Ein anderes eigenthümliches Beispiel von Einrichtungen zur Uebertragung des Pollen durch Insektenhülfe bietet die protogynische Aristolochia Clematitis, deren Blumenrohr innen mit langen, abwärts gerichteten Haaren besetzt ist, die den in die Blüthe kriechenden Fliegen zwar den Eingang gestatten, den Ausgang aber wehren und erst dann erlauben, wenn die Narbe durch den von dem Insekte mitgebrachten Pollen einer anderen Blüthe befruchtet ist und die Haare des Perigons in Folge dessen absterben.

527. Bei den Primeln, Linum-Arten u. A. giebt es bei derselben Art Blüthen, deren Griffel lang sind, während die Antheren tief unter der Narbe stehen und andere Blüthen, deren hochstehende Antheren die Narbe des kurzen Griffels bedeutend überragen. Man bezeichnet diese Formen als lang- und kurzgriffelige, das Verhältniss selbst als Heterostylie und beobachtet, dass die Bestäubung der Narbe einer langgriffeligen Form mit dem Pollen einer kurzgriffeligen und umgekehrt die meisten Samen erzeugt. Die Blüthen von Lythrum Salicaria und manchen Oxalis-Arten weisen sogar dreierlei Griffellängen und damit in Verbindung stehende Antherenstellungen in gleichem Sinne, wie Primula, auf. Ebenso finden sich bei Oxalis acetosella, Viola, manchen Papilionaceen, Lamium amplexicaule u. s. w. zweierlei ungleich grosse Zwitterblüthen, von denen die kleinen, mehr oder minder verkümmerten, oft am Boden verborgenen, oft sogar unterirdischen Blüthen häufig allein fruchtbar sind, die grossen normal gebauten seltener (Viola) oder nie (Voandzeia — Papilionaceen) Früchte erzeugen.

528. Es müssen hier endlich die Nectarien erwähnt werden, welche diejenigen Blüthen entwickeln, die der Hülfe der Insekten für die Bestäubung bedürfen. Diese sind Drüsengebilde, welche zuckerhaltige, meist auch riechende Säfte absondern und deren Lage stets so ist, dass die die Blüthe suchenden Insekten mit Antheren und Narben in Berührung kommen müssen, um zu ihnen zu gelangen. Ihre morphologische Bedeutung ist eine sehr verschiedene. Bei Fritillaria sind es grubige Vertiefungen auf der Innenseite der Perigonblattbasen, bei Viola spornartige Verlängerungen zweier, bei Rheum warzige Drüsen an der Basis sämmtlicher Staubfäden. Die Umbelliferen bilden sie als einen schwieligen Höcker am Grunde der Griffel, Nicotiana als Schwielenring am Grunde des Fruchtknotens aus. Bei den Cruciferen, Fagopyrum u. A. sind sie keulige Warzen, bei Erica-

ceen, Labiaten etc. eine ringförmige Wucherung im Grunde der Blüthe. In anderen Fällen werden ganze Staubgefässe (Gesneraceen, Cucurbitaceen) oder Fruchtknoten (Cucurbitaceen) zu Nectarien, oder die Blumenblätter bilden sich zu solchen um (Helleborus, Nigella) oder sondern im Grunde spornartiger Aussackungen Nectar ab (Aquilegia).

5. Die Befruchtung und die Entwickelung des Embryo und der Frucht.

529. Die auf die Narbe gelangenden Pollenkörner treiben auf dieser ihre Pollenschläuche in der Weise, dass die Intine an den durch die Oeffnungen oder dünneren Stellen der Exine vorgezeichneten Orten, als Papille hervortritt, die sich zum cylindrischen Schlauche verlängert (Fig. 104 B). Da zur Befruchtung jeder Samenknospe des Fruchtknotens ein Pollenschlauch gehört, so müssen bei zahlreichen Samenknospen auch zahlreiche Pollenzellen auf der Narbe ihre Schläuche entwickeln. Diese wachsen zwischen den Narbenpapillen hin und (von dem Narbensecrete ernährt, § 520) bis an die Mündung des Griffelcanales und dann, oft in mit blossem Auge sichtbaren, glänzenden Bündeln durch diesen in die Ovariumhöhle hinab (Fig. 105 A: p); oder sie durchdringen das leitende Gewebe des Griffels. Auf diesem Wege verdickt sich ihre Wand durch Quellung, so dass die anfänglich weite, vom Plasma der Pollenzelle erfüllte Höhlung später oft nur als enger Spalt, der ganze Pollenschlauch etwa wie eine Thermometerröhre erscheint. In der Fruchtknotenhöhle sind gewöhnlich Einrichtungen verschiedener Art getroffen, um die Pollenschläuche der Mikropyle der Samenknospen zuzuleiten. Papillen (Fig. 105 A), Haarbüschel, Haarleisten etc. kleiden die innere Fruchtknotenwand in der Weise aus, dass der zwischen ihnen hinwachsende Schlauch endlich auf eine Mikropyle trifft. In diese wächst er hinein und gelangt dabei oft schon unmittelbar auf den Embryosack oder gar zu den Eizellen (§ 524). In anderen Fällen muss er jedoch noch das Gewebe der Kernwarze durchwachsen (Fig. 105 A), ehe er zu dem meist erweichenden Scheitel des Embryosackes kommt oder diesen selbst durchbohrt. Hier legt er sich mit seinem Ende dem Scheitel des oberen Eies dicht an (Fig. 105 A). Die Befruchtung selbst erfolgt auf diosmotischem Wege, was noch deutlicher daraus hervorgeht, dass das unmittelbar berührte Ei sich in der Regel nicht zum Embryo weiter entwickelt, sondern gerade die etwas tiefer liegende Eizelle sich zu diesem ausbildet, also den befruchtenden Stoff durch Vermittelung des oberen, mit dem Pollenschlauche in Berührung tretenden Eies erhalten muss.

530. Die Zeit, welche der Pollenschlauch zum Durchwachsen des Griffels bis zum Eintritt in die Mikropyle der Samenknospe gebraucht, ist eine sehr verschiedene und steht durchaus nicht immer mit der Länge des Griffels in geradem Verhältnisse. So gebrauchen die Pollenschläuche von Arum maculatum bei kaum 3 Mmtr. langem Griffel gewöhnlich 5 Tage, die von Crocus bei einer Griffellänge bis zu 10 Cmtr. nur 1—3 Tage, die der Orchideen oft einige Monate, um zu den Samenknospen zu gelangen. Die letztere Familie zeigt auch, wie die Bestäubung noch in anderer Weise beeinflussend auf den Fruchtknoten oder die Samenknospen wirkt, insofern hier die letzteren erst durch sie zur Weiterentwickelung angeregt, ja selbst erst

angelegt werden und der Fruchtknoten bedeutend anschwillt, während bei unterbleibender Bestäubung die Placenten auch steril bleiben.

Nach der Berührung des Pollenschlauches mit dem Ei vergeht oft noch lange Zeit, ehe letzteres die Entwickelung zum Embryo beginnt, bei Quercus, Fagus, Juglans u. A. einige Tage bis Wochen, bei Colchicum circa 6 Monate, bei den Quercus-Arten mit zweijähriger Samenreife fast ein Jahr (vergl. § 485).

531. Die ersten Folgen der Befruchtung sind die, dass der Kern des Embryosackes aufgelöst wird, die Eizelle sich mit einer Membran umhüllt und ihr dem Embryosackscheitel zugekehrtes Ende mit diesem verwächst. Sodann verlängert sich das befruchtete Ei und theilt sich durch eine Querwand in eine frei in den Embryosack vorragende Zelle, die sich zum Haupttheile des eigentlichen Embryo entwickelt, und eine mit der Embryosackspitze verschmolzene, den Embryoträger („Vorkeim"). Letzterer wird vielfach noch durch weitere Querwände gegliedert (Fig. 106 A: e) und erreicht sehr verschiedene Länge und Form. Die dem freien Ende des Embryoträgers aufsitzende Anlage des Embryo ist bei den Dicotyledonen zunächst eine fast kugelige Zelle, die sich zuerst durch eine in der Längsaxe derselben liegende Wand in zwei Zellen (Fig. 106 A: k) und darauf durch auf diese Wand senkrechte Querwände in Kugelquadranten (Fig. 106 B) theilt. Von letzteren entwickeln sich die beiden oberen zu den Keimblättern, dem Stammscheitel und dem dazu gehörigen Stengelknoten; die beiden unteren Quadranten bilden die Anlage des hypocotylen Gliedes und der Keimwurzel.

532. Jede der Quadrantenzellen des jugendlichen Embryo theilt sich nun durch eine Tangentialwand in eine äussere Dermatogen - Mutterzelle (Fig. 106 C) und eine innere Zelle, aus welcher durch wiederholte Quer- und Längstheilungen Periblem und Plerom hervorgehen, während in der Dermatogen-Mutterzelle nur noch Radialtheilungen auftreten. Im unteren (Wurzel-) Ende des Embryo schliessen jedoch diese Gewebeschichten vorläufig nicht zusammen. Hier liegt, etwas nach innen vorgewölbt, die letzte Zelle des Embryoträgers die sogenannte Anschlusszelle oder Hypophyse (Fig. 106 C: c), die sich noch durch eine Querwand theilt (Fig. 106 D ss) und so die Schlusszellen erzeugt, die nun an der Weiterbildung des Wurzelendes des Keimlinges sich betheiligen. Die untere Hypophysenzelle theilt sich durch zwei kreuzweise auftretende Längswände in eine aus vier Zellen gebildete Scheibe, die den Uebergang zwischen Embryoträger und Embryo vermittelt und die erste Wurzelhaubenkappe darstellt. Die obere Hypophysenzelle dagegen spaltet sich durch eine Tangentialwand in zwei Schichten: die untere derselben legt sich dem Dermatogen des Embryo an und schliesst dieses über dem Wurzelende desselben; die obere vervollständigt das Periblem (Fig. 106 E und F: ss).

533. Während nun aus der aus der Schlusszelle hervorgegangenen Dermatogenlage durch tangentiale Spaltungen weitere Wurzelhaubenkappen hervorgehen (§ 114, Fig. 40 — Fig. 106 G: h^1 und h^2 — vgl. auch § 124 —), während Periblem und Plerom sich weiter entwickeln und in letzterem sich das für die Anlage der Fibrovasalstränge bestimmte Procambium differenzirt, tritt am oberen Ende des Embryo rechts und links in Folge lebhafter Zellvermehrung je ein umfangreicher Zellgewebshöcker auf: die Anlage

Fig. 106.

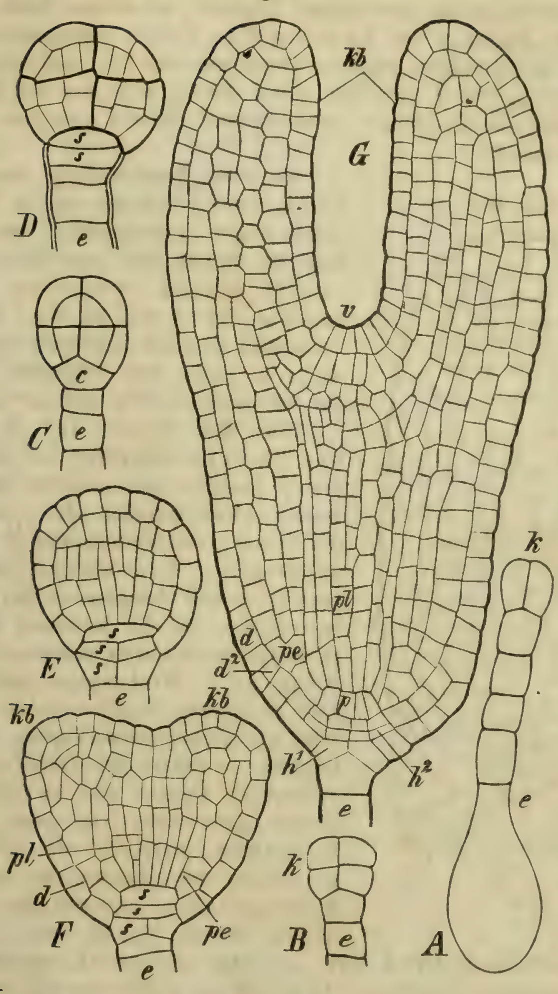
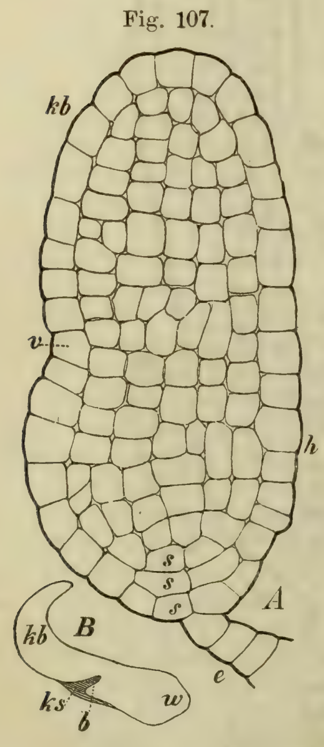


Fig. 106. Entwickelung des Embryo von Capsella bursa pastoris (Vergr. 300), nach Hanstein — A. Junger Embryo mit erster Längstheilung der Keimmutterzelle, auf seinem Embryoträger. — B. Keimling mit Quadrantentheilung. — C. Keimling mit erster Tangentialtheilung (Dermatogen-Mutterzellen). — D. Weiter entwickelter Embryo mit den ersten Quertheilungen im hypocotylen und Längstheilungen im cotylischen Theile, sowie Quertheilung der Schlusszelle. — E. Weiteres Entwickelungsstadium mit Längstheilung der Schlusszellen. — F. Anlage der Keimblätter und deutlichere Differenzirung des Plerom, Periblem und Dermatogen. — G. Weiter vorgeschrittener Keimling mit schon stark entwickelten Cotyledonen und erster Absonderung der Wurzelhaubenkappen. — e Embryoträger, k Keimmutterzelle, c (in C) Anschlusszelle oder Hypophyse und s die aus derselben hervorgegangenen Schlusszellen, d und d^2 Dermatogen, pe Periblem, pl Plerom, h^1 und h^2 Wurzelhaubenkappen, v Vegetationspunkt, kb Keimblätter.

der beiden Keimblätter oder Cotyledonen (Fig. 106 F, G: kb). Durch sie wird nun der unter ihnen liegende, an seinem Ende die Wurzel entwickelnde Axentheil als hypocotyles Glied abgegrenzt. Der zwischen den Keimblättern liegende Stammscheitel ist noch nicht deutlich differenzirt (Fig. 106 G: v); erst später bildet sich hier der Vegetationskegel der Axe als ein kleiner Gewebehöcker, der tief zwischen den beiden Cotyledonen steckt.

Fig. 107.



Die erste Entwickelung des Monocotyledonen-Embryo ist in den wesentlichen Zügen eine ähnliche: nur bildet sich hier die Spitze des jugendlichen Embryo zu dem einzigen vorhandenen Keimblatte aus (Fig. 107 A und B: kb). Der Vegetationskegel entsteht unterhalb desselben seitwärts in einer sich bildenden Vertiefung, der Keimscheide (Fig. 107 A: v; B: ks).

534. Der Grad der Ausbildung des Embryo unterliegt bei den verschiedenen Familien der Angiospermen mannigfachen Abweichungen, die zum Theil mit der Bildung des Endosperms (§ 535) zusammenhängen. Wird letzteres sehr mächtig entwickelt und demgemäss mit vielen Reservestoffen für die Keimung ausgestattet, so bleibt der Embryo meistens klein (Mais, Weizen etc.). Wird dagegen nur wenig oder kein Endosperm angelegt oder dieses während der Embryoentwickelung wieder verbraucht, so erhält der Keimling um so bedeutendere Grösse und er füllt dann den Samen ganz oder fast ganz aus; seine Keimblätter erreichen oft gewaltige Dimensionen und enthalten das für die ersten Keimungsstadien nothwendige Baumaterial (Bohne, Mandel, Eichel etc.). Andere Entwickelungsdifferenzen treten darin auf, dass der Vegetationspunkt bald flach bleibt (Helianthus, Cucurbita), bald sich ein mehr oder minder mächtiger, beblätterter Vegetationskegel (Plumula) schon im Samen ausbildet (Gräser, Bohne, Eiche). Manchmal bleibt auch eines der beiden Keimblätter der Dicotyledonen klein und kümmerlich (Cyclamen, Trapa). Bei den Schmarotzern und Humusbewohnern endlich, ferner bei den Orchideen und auch bei Juncus, ist die Differenzirung des reifen ganzen Embryo eine sehr geringe. Derselbe gleicht meistens einem kleinen Zellenkörper ohne alle äussere Gliederung, die erst während der Keimung eintritt.

Fig. 107. A. Junger Embryo von Alisma Plantago mit beginnender Sonderung des Gewebes in Keimblatt und hypocotyles Glied (Vergr. 300). B Reifer Embryo im Längsschnitt, schwach vergr. Nach Hanstein. kb Keimblatt, v Vegetationskegel-Anlage, h hypocotyles Glied, s Schlusszellen, w Wurzel, b zweites Blatt, ks Keimscheide, e Embryoträger.

535. Während der Entwickelung des Embryo finden gleichzeitig in der Samenknospe und im Fruchtknoten Veränderungen statt, die mit der Ausbildung des Samens und der Frucht abschliessen. Oft schon vor den ersten Theilungen des befruchteten Eies, jedenfalls mit denselben, beginnt die Bildung des Endosperms (Sameneiweiss, albumen) mit dem Auftreten freier Zellen im Plasma des Embryosackes (§ 55, Fig. 13). Dieselben vergrössern sich, vermehren sich durch Theilung und durch Auftreten neuer frei gebildeter Zellen zwischen den älteren. Schliesslich rücken sie dicht aneinander, werden durch den gegenseitigen Druck polyedrisch und bilden dann ein den ganzen Embryosack ausfüllendes, den Embryo umhüllendes Gewebe, eben das Endosperm.

In anderen Fällen theilt sich jedoch, wie bei manchen Dicotyledonen mit lang gestrecktem Embryosacke, der letztere durch Querwände, worauf in den so entstandenen Zellen weitere, zur Endospermbildung führende Theilungen eintreten.

Bei vielen Familien ist das Endosperm mächtig entwickelt, bei anderen ist es nur in einer verhältnissmässig dünnen Schicht vorhanden. Ist in diesem Falle der Embryo klein, so bleibt im Samen ein mit milchiger Flüssigkeit gefüllter (Cocosnuss) oder leerer Hohlraum (Brechnuss - Strychnos) zurück. In noch anderen Familien wird das zuerst angelegte Endosperm bei der weiteren Ausbildung des Embryo wieder resorbirt und der Same ist dann eiweisslos (Bohne). Oder die Eiweissbildung ist überhaupt rudimentär (Orchideen, Najadeen, Alismaceen etc.), oder unterbleibt ganz (Canna). Wie bereits im § 534 erwähnt wurde, hängen diese Verhältnisse mit der grösseren oder geringeren Ausbildung des Embryo selbst zusammen.

536. Der nach der Befruchtung sich vergrössernde Embryosack verdrängt gewöhnlich bald das ihn umgebende Gewebe des Knospenkernes und grenzt dann unmittelbar an die Integumente. In einzelnen Fällen bleibt jedoch das Nucleusgewebe erhalten. Es füllt sich dann, wie das Endosperm, mit Reservestoffen und wird als Perisperm bezeichnet. Bei den Piperaceen und Nymphaeaceen ist das Perisperm viel mächtiger, als das Endosperm; bei Canna ist es ganz allein vorhanden.

Die anatomische Beschaffenheit des Endosperms ist sehr verschieden. Bei der Kaffeebohne, der steinharten Elfenbeinnuss, der Dattel u. A. verdicken sich seine Zellwände bedeutend und erhärten zugleich hornartig; Cellulose ist hier das Reservematerial für die Keimung. In anderen Fällen bleibt es zart und dünnwandig und speichert in seinen Zellen Stärke (Getreide) oder Fett (Helianthus) auf. Bei der Muskatnuss u. A. wachsen faltige Wucherungen der Samenschale in spaltenartige Vertiefungen des Endosperms hinein und lassen dieses auf dem Durchschnitt marmorirt erscheinen.

537. Die Samenschale des Samens geht aus den Integumenten der Samenknospe hervor. Die Zellen derselben erfahren äusserst mannigfaltige, oft für einzelne Familien sehr charakteristische Veränderungen, die meistens darauf hinauslaufen, dem Keimling des Samens bis zur eintretenden Keimung sicheren Schutz zu gewähren, weshalb gewisse Zellenlagen in der Regel bedeutender Verdickung und Cuticularisirung ihrer Membranen unterliegen. Während dieser Umbildung wird die Zahl der Zellen-

schichten der Integumente oft vermehrt; in anderen Fällen werden dagegen ganze Zellenlagen derselben resorbirt, oder so zusammengequetscht, dass sie im reifen Samen kaum unterscheidbar sind. Die Samenoberfläche besitzt eine deutliche, bald glatte, bald unebene Epidermis, die oft mit Haaren bedeckt ist (Baumwolle) und in diesem Falle häufig besondere Büschel derselben als Flugapparat entwickelt (Asclepiadeen). Bei anderen Pflanzen verschleimen die Oberhautzellen (Linum, Plantago u. A. — §§ 30, 32), oder der Same erhält flügelartige Anhängsel (Bignoniaceen) u. s. w.

Die Stelle, wo der reife Same sich vom Funiculus abgelöst hat, heisst Nabel (hilus). Oft ist neben demselben auch die Mikropyle noch in Form eines Grübchens kenntlich.

Mit dem Samen bildet sich gleichzeitig der Fruchtknoten zur Frucht um. Auch seine Wandungen, die Placenten und Scheidewände, werden so mannigfach umgestaltet, dass darauf die Unterscheidung der bald trockenen, bald saftigen, bei manchen Familien oder Gattungen aufspringenden, bei anderen geschlossen bleibenden Fruchtformen beruht. In gewissen Familien (Umbelliferen, Labiaten, Boragineen etc.) spaltet sich dabei der Fruchtknoten in so viele Theile, als Fächer vorhanden sind, von denen dann jedes Fach mit seinem Samen scheinbar eine selbständige Frucht darstellt: die Theilfrucht (mericarpium). Es entwickeln sich ferner bei anderen Familien Anhängsel, welche als Flugapparate dienen (Acer); oder diese gehen, wie bei den Compositen der Pappus, aus dem bleibenden Kelche hervor. Verschleimung der Fruchtschalenepidermis tritt bei manchen Labiaten auf.

In vielen Fällen erleidet auch der Blüthenboden, das Ende der Blüthenaxe, während der Ausbildung der Frucht Veränderungen, die zur Entstehung von Scheinfrüchten Veranlassung geben. Bei Fragaria wird er fleischig und trägt dann die kleinen, oft fälschlich als Samen bezeichneten Früchte auf der Oberfläche der Erdbeere. Bei Ficus stellt der fruchtartig entwickelte Blüthenboden die Feige, bei der Rose die hohle Blüthenaxe die Hagebutte als Scheinfrucht dar, während die eigentlichen im Inneren derselben eingeschlossenen Früchte auch hier häufig nur als Samen betrachtet werden. Bei den Cupuliferen umwächst eine aus Blättern gebildete Hülle (cupula) die einzelne Frucht (Quercus) oder mehrere Früchte gleichzeitig (Fagus, Castanea). Aehnlich sind der Apfel, die Birne, die Maulbeere u. A. nur als Scheinfrüchte zu bezeichnen.

6. Zahl und Stellungsverhältnisse der Blüthentheile.

538 Allgemeine Erläuterungen über die Stellungsverhältnisse der Blattformationen der Blüthe, über die Verzeichnung derselben in das Diagramm u. s. w. wurden bereits im Anschlusse an die Blattstellung im § 148 (S. 98 — Fig. 49) gegeben. Hier handelt es sich wesentlich nur noch um die Bezeichnung derartiger Verhältnisse durch bestimmte Formeln, wie sie in der Systematik der Phanerogamen vielfach angewendet werden und auch in der folgenden Uebersicht der Familien mit zur Benutzung kommen.

Für die Geschlechtervertheilung in den Blüthen einer Familie oder Gattung gelten auch hier die Zeichen ♂ für die männliche, ♀ für die weibliche und ☿ für die Zwitterblüthe, während die Blüthe selbst durch ein B

bezeichnet wird. Ist die Blüthe actinomorph oder regelmässig, d. h. sind die durch verschiedene Längsschnitte erhaltenen Hälften einander gleich, so wird dies durch einen ✶ angedeutet; ist sie zygomorph (symmetrisch), d. h. kann sie nur durch einen Längsschnitt in gleiche Hälften zerlegt werden, so ist dieses durch einen senkrechten ↑ angegeben.

539. Für die einzelnen Blattformationen der Blüthe gelten die Zeichen K=Kelch, C=Blumenkrone, P=Perigon, A=Staubgefässe oder Androeceum, G=Fruchtknoten oder Gynaeceum. Eine Zahl hinter dem betreffenden Zeichen giebt die Zahl der den Blüthentheil bildenden Glieder an, C 5 also z. B eine fünfblätterige Corolle, A 10 zehn Staubgefässe; unbestimmte Anzahl wird durch n (z. B. — Cn), zahlreiche Glieder durch ∞ bezeichnet (also A ∞ gleich zahlreiche Staubgefässe), während eine 0 das Fehlen (Abortiren) angiebt Sind die Glieder eines Kreises unter einander „verwachsen", so wird dieses durch Einklammern der Zahl angegeben. Es ist also G (3) ein aus drei Fruchtblättern gebildeter Fruchtknoten; ist dieser unterständig, so wird dies durch einen — über der Zahl, also durch G $\overline{(3)}$ ist er oberständig, durch einen — unter der Zahl, also durch G $\underline{(3)}$ bezeichnet. Stehen die Glieder einer Blattformation in zwei Kreisen, so wird dies durch ein zwischengestelltes + ausgedrückt; A 5 + 5 bedeutet also, dass 10 Staubgefässe in zwei Wirteln zu je 5 vorhanden sind. Stehen an Stelle eines Gliedes deren zwei, sind sie also dedoublirt, so setzt man zur Gliederzahl den entsprechenden Exponenten; es bezeichnet also A 2 + 2^2 in der Formel der Cruciferenblüthe ein Androeceum, dessen einer Kreis aus 2 Staubgefässen gebildet ist, dessen zweiter aus vieren besteht, die paarweise mit denen des ersten alterniren. Dagegen bedeutet in gewissen Formeln A 5 ∞ fünf Staubgefässe, die sich vielfach verzweigen, oder ∞ Staubgefässe in 5 Bündel „verwachsen". Staminodien werden durch ein vorgesetztes †, superponirte Glieder durch einen vorgesetzten | kenntlich gemacht.

Das auf S. 99 in Fig. 49 A gegebene Diagramm der Cruciferenblüthe würde also in die Formel umgesetzt lauten:

$$K\ 2 + 2\ C \times 4\ A\ 2 + 2^2\ G\underline{(2)}$$

wobei das C$\times$4 bedeutet, dass der vierblätterige Corollenkreis diagonal steht, mit den 2 + 2 Kelchblättern also so alternirt, als gehörten letztere einem einzigen Kreise an.

Die Formel für das Diagramm der Campanulablüthe Fig. 49 B würde aussehen:

$$K\ (5)\ C\ (5)\ A\ 5\ |\ G\ \overline{(5)}$$

Der Strich | vor G $\overline{(5)}$ würde aussagen, dass die Fruchtblätter den Staubgefässen superponirt sind. In beiden Fällen würde ferner ein B ✶ ⚥ hinzuzufügen sein.

I. Unterclasse. Monocotyledones.

540. Gefässbündel auf dem Querschnitte der Axe zerstreut, geschlossen (§§ 85, 106, 107). Blätter meistens parallelnervig, selten netzaderig Blüthen typisch nach der Zahl 3 gebaut. Blüthenhülle meistens als corollinisches Perigon vorhanden, seltener ein äusserer Kreis kelch-, ein innerer corollenartig. Same gewöhnlich mit grossem Endosperm, seltener dasselbe wenig entwickelt oder fehlend, oder ein Perisperm vorhanden. Embryo mit nur einem Keimblatte. Keimwurzel bald zu Grunde gehend und durch Nebenwurzeln ersetzt.

541. Die deutschen Familien lassen sich folgendermaassen übersichtlich gruppiren.

I. Fruchtknoten unterständig.
 A. Perigon mit äusserem kelchartigen und innerem corollinischen, dreigliederigen Kreise: Hydrocharideae.
 B. Beide Perigonkreise gleichartig.
  1. Samenträger wandständig: Orchideae.
  2. Samenträger axenständig (central).
   a. Perigon kelchartig, grünlich: Dioscoreae.
   b. Perigon corollinisch, bunt.
    * Drei Staubgefässe: Irideae.
    ** Sechs Staubgefässe: Amaryllideae.

II. Fruchtknoten oberständig.
 A. Perigonkreise gleichartig.
  1. Perigon corollinisch: Liliaceae (mit Einschluss der Smilaceae und Melanthaceae).
  2. Perigon kelchartig, trockenhäutig: Juncaceae.
  3. Perigon kelchartig, zart: Juncagineae.
 B. Perigonkreise ungleichartig, der äussere kelch-, der innere corollenartig: Alismaceae (mit Einschluss der Butomaceae).
 C. Perigon verkümmert oder fehlend, selten besser entwickelt und dann kelchartig (Acorus).
  1. Blüthenstand kolbenförmig oder kopfig.
   a. Blüthenkolben mit grosser Scheide. Perigon fehlend oder sechsgliederig, grünlich: Aroideae.
   b. Blüthenkolben ohne Scheide. Perigon fehlend oder haar- oder schuppenförmig: Typhaceae.
  2. Blüthenstand nicht kolbenförmig.
   a. Grasartige Pflanzen mit kahnförmigen Blüthendeckblättern (Spelzen).
    * Halm meist rund, knotig gegliedert, mit 2zeiligen Blättern und meist offenen Blattscheiden. Blüthen mit Vorblatt und Deckblatt: Gramineae.
    ** Halm meist dreikantig, mit 3zeiligen Blättern und geschlossenen Blattscheiden. Blüthen ohne Vorblatt, aber mit spelzenartigem Deckblatt: Cyperaceae.
   b. Untergetauchte oder schwimmende Wasserpflanzen.
    * Perigon unscheinbar oder fehlend. Normal beblätterter Stengel vorhanden: Najadaceae.
    ** Perigon stets fehlend. Stengel laubartig, flach, ohne Blätter: Lemnaceae.

41. Ordnung. Helobiae.

542. Wasser- oder Sumpfpflanzen, oft mit gestielten, gitternervigen Blättern. P bald verkümmert oder fehlend, bald ein äusserer Kreis calycinisch, der innere corollinisch. Endosperm fehlend oder spärlich. Hypocotyle Axe des Embryo stark entwickelt, grösser als das Keimblatt.

543. (Fam. 81.) Lemnaceae. Schwimmende oder untergetauchte Wasserpflanzen mit thallusartigem Stamme, ohne entwickelte Blätter, mit oder ohne Wurzeln und oft nur während der Blüthezeit mit Gefässen. B ♂ und ♀ in einer dreiblüthigen Inflorescenz in einer seitlichen Ausbuchtung des Laubes, ohne P, nur 2 nackte Staubgefässe und ein nackter, etwas höher stehender Fruchtknoten mit 1—6 anatropen Samenknospen.

Frucht nussartig oder eine Kapsel. Embryo in der Axe des spärlichen Eiweisses. 15 Arten in der warmen und gemässigten Zone. Sind vielleicht am nächsten mit den Aroideen verwandt. Lemna (Teich- oder Wasserlinse).

544. (Fam. 82.) Najadaceae. Wasserpflanzen mit beblättertem Stengel. P 0 oder verkümmert, A 1—4, G $\underline{1-4}$, Fruchtknoten mit einer

anatropen Samenknospe. Endosperm fehlend. 80 Arten der warmen und gemässigten Zone. 68 Arten im Tertiär. Zerfällt in drei Unterfamilien:

1. Zosteraceae. Untergetaucht wachsende Meeresbewohner mit dünnen, kriechenden oder fluthenden Stengeln und schmal-linealischen, grasartigen Blättern. B ♂ und ♀ selten ☿. P 0. Früchte steinfruchtartig oder eine unregelmässig aufspringende Kapsel. Keimling gekrümmt. Zostera marina L. liefert das als „Seegras" bekannte Polstermaterial.

2. Najadoideae. Untergetauchte, einjährige Pflanzen stehender Gewässer, mit paarweise genäherten, fast gegenständigen, linealischen Blättern mit ganzrandigen oder gewimperten Scheiden. B monöcisch oder diöcisch; ♂ mit einem das einzige Staubgefäss eng umschliessenden, becherförmigen P, ♀ ohne P. Frucht steinfruchtartig. Keimling gerade. Najas.

3. Potamogetoneae. Ausdauernde, untergetauchte, oder mit den oberen Blättern schwimmende Pflanzen stehender und langsam fliessender Gewässer. Blätter einfach, grasartig, fadenförmig bis elliptisch (bei der auf Madagascar wachsenden Ouvirandra das Parenchym zwischen den Nerven fehlend). Blüthen monöcisch oder ☿, der Blüthenstand zur Blüthezeit sich über das Wasser erhebend. P 0, A 1—4, öfter von einem blumenblattartigen Anhängsel des Connectives überragt. G 4. Vier steinfruchtartige, beim Keimen sich oft mit einem Deckel öffnende Früchte mit gekrümmtem Embryo. Deutsche Gattungen:

I. Blüthen ☿. Griffel fehlend. Staubbeutel sitzend oder fast sitzend.
  A. Staubgefässe 4: Potamogeton.
  B. Staubgefässe 2: Ruppia.
II. Blüthen ♂ und ♀. Griffel kurz oder verlängert. Staubfaden lang: Zannichellia.

545. (Fam. 83.) Hydrocharideae. Ausdauernde Wasserpflanzen mit spiraligen oder quirlständigen, sitzenden oder gestielten, einfachen, manchmal mit Nebenblättern (Hydrocharis) versehenen Blättern und über das Wasser tretenden, zweihäusigen Blüthen. P 3 + 3, der äussere Kreis kelchartig, der innere zart, in der Knospe geknittert. A 3—∞ in den ♀ B als Staminodien, in den ♂ und ☿ ebenfalls ein oder mehrere Kreise unfruchtbar. G $\overline{(3-6)}$, mit eben so vielen Narben, einfächerig oder mehrkammerig, mit mehreren anatropen oder orthotropen Samenknospen. Frucht meist beerenartig, oft unregelmässig aufspringend. Same ohne Endosperm, mit geradem Embryo. 30 Arten in der gemässigten und warmen Zone. 3 Unterfamilien:

1. Hydrilleae. Fruchtknoten einfächerig, mit 3 Narben. Stamm gestreckt, mit quirlig gestellten, kleinen Blättern.

Elodea canadensis, „Wasserpest" (A 9), aus Nordamerika eingeschleppt und in unseren Canälen und Flüssen oft für die Schifffahrt lästig. — Hydrilla verticillata (A 3), nur bei Stettin.

2. Vallisnerieae. Fruchtknoten einfächerig, mit 3 Narben. Stamm sehr kurz, mit dicht gedrängten, grasartigen Blättern.

Vallisneria spiralis, Südeuropa (schon in Südtyrol). Die ♂ B lösen sich zur Blüthezeit von den kurzen Stielen los und schwimmen auf dem Wasser den ♀ entgegen, die auf langen, spiralig gewundenen Stielen emporsteigen, um nach der Befruchtung wieder unterzutauchen und die Frucht unter dem Wasser zu reifen. 1 Art im Tertiär.

3. Stratioteae. Fruchtknoten 6- oder mehrkammerig, mit 6 Narben. Stamm kurz, mit dicht gedrängten Blättern. 5 tertiäre Arten.

Stratiotes. ♂ B: A ∞, etwa die 12 inneren fruchtbar, die übrigen kürzere Staminodien; kein Rudiment eines Fruchtknotens. ♀ B: Staminodien ∞, Samenknospen anatrop. Pflanze mit schmalen, starren, am Rande stachelig gesägten Blättern.

Hydrocharis. ♂ B: A 12, am Grunde verwachsen, 3 äussere meist unfruchtbar, Fruchtknotenrudiment vorhanden. ♀ B: Staminodien 6, Samenknospen orthotrop. Pflanze mit nierenförmigen, weichen, schwimmenden Blättern.

546. (Fam. 84.) Juncagineae. Ausdauernde Sumpfpflanzen mit abwechselnd 2zeiligen, am Grunde scheidenartigen, linealischen, binsenartigen Blättern. B ☿. P 3 + 3, A 3 + 3, G $\underline{3 + 3}$. Beide Perigonkreise kelchartig, unscheinbar. Fruchtblätter oft theilweise verkümmert, zu einem Fruchtknoten verwachsen, der sich aber bei der Fruchtreife wieder in die balgkapselartigen, mit 1 oder 2 Samen versehenen Früchte theilt. Samen ohne Endosperm, mit geradem Keimling. 17 Arten der gemässigten Zone.

Scheuchzeria. P bleibend. Connectiv die Staubbeutelhälften überragend. Früchtchen nur am Grunde verwachsen. Blüthen wenig zahlreich, in lockerer Traube.

Triglochin. P abfallend. Connectiv die Staubbeutelhälften nicht überragend. Früchte der ganzen Länge nach verwachsen, die drei äusseren verkümmert. Zahlreiche Blüthen in langer, ährenförmiger Traube. 1 tertiäre Art der Familie bekannt.

547. (Fam. 85.) Alismaceae. Ausdauernde Sumpf- oder Wasserpflanzen mit gitternervigen Blättern, die aufgetauchten oder schwimmenden mit breiter Spreite, gestielt, die untergetauchten grasartig. B ☿ oder einhäusig, seltener zweihäusig. Typus der B = P 3 + 3, A 6 — ∞, G $\underline{6 - \infty}$. Aeusseres P meist kelchartig und bleibend, inneres blumenartig, meist abfallend. Oft auch A 3^2 + 0 (Alisma Plantago), oder auch A 3^2 + 3 (Butomus) oder 3^2 + 3 + 3 (Echinodorus-Arten) u. s. w. Früchtchen getrennt oder an der Innenseite mehr oder weniger verwachsen, meist balgkapselartig, mit 1—2 oder ∞ Samen ohne Endosperm. 63 Arten in der gemässigten und warmen Zone. 4 Arten im Tertiär.

1. Alismoideae. Früchtchen 1—2samig. Keimling hufeisenförmig gekrümmt.

Alisma. B ☿. A 3^2 + 0 — ∞. Blüthenaxe flach.

Sagittaria. B ♂ und ♀. A ∞. Blüthenaxe kugelig.

2. Butomoideae. P bleibend, alle Blätter gefärbt. A 3^2 + 3. Früchtchen mit zahlreichen Samen. Keimling gerade. — Butomus.

42. Ordnung. Spadiciflorae.

548. Blüthen klein und zahlreich in einem Kolben oder einer Rispe, Aehre etc., meist der ganze Blüthenstand wenigstens anfangs von einem mächtig ausgebildeten Hochblatte, der Scheide (spatha), eingeschlossen. Bracteen der B fehlend oder schwach entwickelt. P unscheinbar, nie corollinisch, oft verkümmert oder 0. B meistens monöcisch. Same endospermreich, mit meist kleinem, geradem Embryo.

549. (Fam. 86.) Typhaceae. Ausdauernde Sumpfpflanzen mit 2zeiligen, linealischen, schilfartigen Blättern mit offenen Scheiden. B einhäusig, in dicht gedrängten, kolbigen oder kugeligen Blüthenständen ohne Scheide. Tragblätter zart und klein, zuweilen fehlend. ♂ B : P 0 oder aus 3 zarten Schüppchen oder zahlreichen Haaren gebildet; A 3, frei oder verwachsen. ♀ B : P wie ♂, G $\underline{1}$. Frucht nuss- oder steinfruchtartig. 15 Arten in der gemässigten und warmen Zone.

Typha. P aus zahlreichen Haaren gebildet. Staubfäden am Grunde verwachsen. Frucht nussartig, von dem bleibenden Griffel und der Narbe gekrönt. B in langen, cylindrischen Kolben, welche oben die ♂ unmittelbar an der Hauptaxe, unten die ♀ theils an der Hauptaxe, theils an kurzen Seitenzweigen tragen.

Sparganium. P aus 3 zarten Schüppchen gebildet. Staubfäden frei. Narbe von der steinfruchtartigen Frucht abfallend. Blüthenstände in kugeligen Aehren, die seitlich und

terminal am oberen Theile des einfachen oder verzweigten Stengels sitzen, die ♀ unten, die ♂ oben.

Die Blätter von Typha dienen als Binde- und Flechtmaterial, sowie zum Dichtmachen der Fässer. 13 Arten in tertiären Schichten.

550. (Fam. 87.) Aroideae Halbsträucher oder meistens Kräuter mit oft kriechenden oder knollenförmigen Wurzelstöcken. Stamm bald sehr verkürzt; bald verlängert, kletternd und mit Luftwurzeln Blätter meist grundständig, alternirend 2zeilig oder spiralig, meist gestielt, häufig pfeil- oder herzförmig, vorherrschend netzaderig, an der Blattstielbasis scheidig. B sehr klein, ohne entwickelte Tragblätter, zu einer Aehre mit fleischiger Axe (Kolben, spadix) vereinigt, ♂ und ♀ oder ⚥, ihre Formel P 0 — 6, A (1 9), G $(\underline{1-6})$. Kolben bald ganz mit B bedeckt (Acorus), bald oben nackt (Arum). Antheren fast sitzend, mit meist sehr breitem Connective. Fruchtknoten 1—3fächerig, mit einer oder mehreren, orthothropen oder anatropen Samenknospen. Frucht meist beerenartig, ein- oder mehrsamig. Die 500 in den Tropen und gemässigten Zonen vorkommenden Arten bilden eine der natürlichsten, aber wegen ihrer Formenmannigfaltigkeit schwierig zu charakterisirenden Familien. 1 tertiäre Art. Viele Arten sind giftig.

1. Araceae. B ♂ und ♀, die ♀ im unteren Theile des Kolbens. P 0.

551. Arum. Kolben mit grosser, gefärbter oder grüner, tutenförmiger Scheide. ♀ B von den ♂ durch Zwischenraum getrennt, über den ♂ noch eine Anzahl unfruchtbarer. Nacktes Kolbenende meist keulig angeschwollen. A. maculatum L. Knolliger Wurzelstock früher officinell; giftig.

Amorphophallus campanulatus Bl. (Madagascar) und A. giganteus Bl. (Ostindien) besitzen Kolben von 1 Fuss Länge; Wurzelknollen als Nahrungsmittel. — Calocasia esculenta Schott ist in Ostindien und auf den Südseeinseln heimisch und wird dort, wie im tropischen Amerika, cultivirt, da die stärkemehlhaltigen Wurzelstöcke nach Entfernung des scharfen, giftigen Stoffes durch Rösten oder Kochen ein sehr wichtiges Nahrungsmittel bilden. Aehnlich werden C. antiquorum Schott, C. macrorrhiza Schott u. a. Arten verwendet. — Caladium, hauptsächlich in Brasilien, der bunten Blätter wegen beliebte Zierpflanzen; manche mit essbaren Wurzelstöcken. — Philodendron, mit kletterndem Stamme und gelappten, oft durchlöcherten Blättern; beliebte Zierpflanzen aus dem tropischen Amerika. — Richardia aethiopica (Calla aethiopica), bekannte Zierpflanze mit weisser, tutenförmiger Scheide; Afrika.

2. Orontieae. B ⚥, bald mit, bald ohne P, die Axe des Blüthenstandes ganz bedeckend.

Calla. P 0. Kolben mit grosser, flacher, innen weiss gefärbter Scheide. Fruchtknoten 1fächerig. Frucht eine fleischige (rothe) Beere (Blätter herzförmig).

Acorus. P 6, seine Blätter grünlich, mit der Spitze eingebogen. Kolben mit schwertartiger, dem zusammengedrückten Aehrenstiele ähnlicher, scheinbar die Fortsetzung desselben bildender Scheide. Fruchtknoten 3fächerig. Frucht eine saftlose Beere (Blätter schwertförmig). A. Calamus L. Officineller Wurzelstock (Rhizoma Calami, Kalmus — Bestandtheile: aetherisches Oel, scharfes Weichharz und Acorin, der bittere Extractivstoff — Verwechselung mit dem Wurzelstocke von Iris Pseudacorus, der aber ringsum, Rhiz. Calami nur auf der Unterseite mit Nebenwurzeln oder deren Narben).

552. (Fam. 88.) Pistiaceae Kleine, auf dem Wasser schwimmende, einem kleinen Wirsing-Krautkopfe vergleichbare Pflanzen mit verkürzter Axe und in Rosetten stehenden, keilförmigen bis kreisrunden, meist sitzenden, oft schwammigen und mit grossen Lufthöhlen versehenen Blättern. Kolben verkürzt, mit nur einer ♂ und einer ♀ B, beide mit kleinem P, die Scheide mit dem Kolben verwachsen. 3 Arten in der Tropenzone, namentlich in Amerika und Ostindien.

553. (Fam 89.) Pandaneae. Bäume mit gewöhnlich verzweigten, häufig kletternden, selten niederliegenden, durch mächtige Luftwurzeln ge-

stützten Stämmen und spiralig gestellten, langen, bandartigen, am Rande gewöhnlich stachelig gezähnten Blättern. B monöcisch oder diöcisch, einfache oder verzweigte Kolben bildend. P 0. Fruchtknoten einfächerig. Kolben zu einer Scheinfrucht werdend. 60 Arten in den Tropen der östlichen Hemisphäre, besonders in Küstenwäldern. 7 Arten vom Jura bis zum Tertiär.

Die Früchte mehrerer Arten sind essbar. Die festen Fibrovasalstränge der Blätter liefern dauerhafte Gespinnstfasern. — Pandanus odoratissimus L., P. utilis Bory etc.

554. (Fam. 90.) Cyclanthaceae. Oft mit den Pandaneen vereinigt, von denen sie sich durch das oft vorhandene P und die fächer- oder fiederförmig getheilten Blätter unterscheiden. 15 central- und südamerikanische Arten.

Carludovica palmata R. et P. (Neugranada etc.), mit verkürztem Stamm, liefert in den Blättern das Flechtmaterial zu Panamahüten.

555. (Fam. 91.) Palmae. Meist Bäume mit gewöhnlich einfachem, säulenförmigem Stamme von häufig beträchtlicher Höhe, die Blätter im dichten Büschel auf dem Gipfel tragend, manchmal mit Luftwurzeln, häufig mit den Resten abgefallener Blätter bedeckt. Andere mit niederliegenden oder sehr verkürzten, noch andere (Calamus) mit rohrartigen, schlanken, häufig kletternden Stämmen. Blätter mit scheidenförmiger, stengelumfassender Stielbasis, fieder- oder fächerförmig zertheilt. B in achsel- oder endständigen, von meist lederigen Scheiden umschlossenen Rispen oder Aehren, äusserst zahlreich, klein, mit oder ohne Deckblätter, monöcisch oder diöcisch, selten ☿, ihr Typus P $3 + 3$, A $3 + 3$, G $\underline{(3)}$. Die 3 (selten 2 oder 1) Fruchtblätter bald getrennte einfächerige, bald einen einzigen 1—3fächerigen Fruchtknoten bildend. Samenknospen meist einzeln in den Fächern, anatrop. Frucht vom bleibenden P gestützt, 1—3fächerig, beeren- oder steinfruchtartig, von sehr verschiedenem Baue des Endocarps. Same mit der Fruchthülle oft innig verwachsen, mit grossem, in der Mitte oft hohlem, mehr oder weniger festem, selbst knochenhartem Endosperm. 1000 (?) Arten, mit wenigen Ausnahmen der heissen Zone angehörend, vorzüglich in Amerika und auf den Sundainseln, nur wenige von grösserer geographischer Verbreitung (z. B. Cocospalme), die meisten mit sehr beschränktem Vorkommen. Zahlreiche Arten finden in den Heimathländern eine mannigfache Anwendung in Haushalt und Gewerbe.

556. Phoenix dactylifera L., Dattelpalme, in Nordafrika heimisch und dort, sowie in Spanien, cultivirt; liefert essbare Früchte und Bauholz. Officinell Datteln (Dactyli — Bestandtheil: Zucker). —

Cocos nucifera L., Cocospalme; Inseln und Küsten des indischen und stillen, seltener des atlantischen Oceans: ölreiche Samen (Cocosnüsse) als Nahrungsmittel wichtig, das Oel derselben zu verschiedenen technischen Zwecken; das Mesocarp der grossen Steinfrüchte zu Gespinnstfasern (Tauen, Matten, Bürsten etc.) benutzt; ferner Bauholz, aus dem Safte der unentwickelten Blüthenstände Palmenwein, in den jungen Blättern Gemüse (Palmenkohl) liefernd. — Metroxylon Rumphii Mart. (Sundainseln) liefert im Marke des Stammes Sago. — Attalea funifera Mart., Südamerika: die Fasern der Blattstiele liefern den als „Piassava" in den Handel kommenden, zu festen Tauen etc. verarbeiteten Gespinnststoff. — Elaeis guineensis L., Oelpalme, Westafrika, liefert in dem Mesocarp der Früchte das werthvolle afrikanische Palmenöl. — Calamus Draco Willd., Drachenblutpalme; Sundainseln, Ostindien; aus den Früchten wird das officinelle Drachenblut (Sanguis Draconis — Bestandtheile: Harz, Benzoësäure) gewonnen. C. Rotang L. und andere Arten Ostindiens und Hinterindiens liefern in ihren Stämmen das spanische Rohr. — Phytelephas macrocarpa R. et P., Südamerika; das steinharte Endosperm der Samen als „Steinnuss, Elfenbeinnuss oder vegetabilisches Elfenbein" zu Drechslerarbeiten benutzt. — Euterpe edulis Mart., E. oleracea Mart. (Brasilien), Oreodoxa oleracea Mart. (Westindien) und zahlreiche

andere Palmen liefern in den zarten Gipfelknospen den als Gemüse geschätzten Palmenkohl. — Areca Catechu L., Ostindien; Arecanüsse mit Blättern von Piper Betle den Eingeborenen als Kaumittel dienend. — Mauritia flexuosa L., Südamerika, liefert Stärkemehl, Palmenwein und Flechtwerk, M. vinifera Mart., Weinpalme (Brasilien) Palmenwein. — Borassus flabelliformis L., Palmyrapalme, Ostindien, liefert Bauholz, Palmenwein („Toddy"), Flechtwerk; Blätter früher statt des Papieres zum Schreiben benutzt. — Caryota urens L. (Ostindien) liefert Sago. — Copernicia cerifera Mart. (Brasilien) und Ceroxylon andicola HBK, Wachspalme (Anden), liefern ein harziges Wachs, das bei letzerer den Stamm überzieht und zu Kerzen verarbeitet wird (§ 73).

Palmen treten angeblich zum ersten Male in der Steinkohle auf (Fasciculites, Palaeospathe). Sicher ist ihr Erscheinen während der Kreideperiode (Flabellaria). Die. meisten Arten finden sich im Tertiär, in der Braunkohle oft in grösseren Stammstücken (Palmacites etc.). Im Ganzen werden circa 80 Arten in 13 Gattungen unterschieden.

43. Ordnung. Glumaceae.

557. B in Aehren oder Rispen, klein, unansehnlich, meist von schuppenartigen Hochblättern umschlossen. P 0 oder verkümmert. Samen mit der Fruchtschale verwachsen, mit reichlichem, mehligem Endosperm und kleinem, geradem Embryo.

558. (Fam. 92.) Gramineae. Gräser. Einjährige oder ausdauernde Kräuter, selten baumartig (Bambusa). Stengel (Halm) knotig-gegliedert, einfach oder ästig, meistens rund, selten kantig, oft mit Ausläufern (z. B. Triticum repens, Quecke); die Glieder oft hohl, die Knoten gewöhnlich angeschwollen. Blätter 2zeilig, in der Regel schmal-linealisch, mit langer, oft mehrere Internodien einhüllender, meistens offener Scheide, die da, wo sie in die Spreite übergeht, ein Ligulargebilde, das Blatthäutchen, trägt, dessen Form und Grösse in manchen Gattungen charakteristische Artenmerkmale geben. B in Aehrchen, die ihrerseits ährenartige Blüthenstände (zusammengesetzte Aehren — § 133 No. 7) oder Rispen (zusammengezogene, ährenförmige Rispen — § 133 No. 8 und echte Grasrispen) bilden. Die einzelnen, ein- bis mehrblüthigen Aehrchen tragen 2zeilig geordnete, spelzenartige Deckblätter, in deren Achseln die Blüthen stehen, von denen jedoch die untersten 2—4 meistens unfruchtbar sind und als Hüllblätter (Hüllspelzen, Klappen, Balg, Kelch — glumae oder valvae) bezeichnet werden. Das in seiner Achsel die Blüthe tragende Deckblatt (Deckspelze, untere Kronspelze, palea inferior) ist von derberer Beschaffenheit und häufig begrannt. Ihm gegenüber und etwas höher steht das in der Regel 2kielige Vorblatt (Vorspelze, obere Kronspelze, palea superior) der Blüthe, das sich durch zarte, häutige Textur auszeichnet P 0 oder rudimentär in Form häutiger oder fleischiger Schüppchen (lodiculae), von denen dann gewöhnlich nur die 2 seitlichen des inneren Kreises ausgebildet sind. A $3+0$, selten $3+3$ oder ∞, oft auch $1-2$ Glieder fehlschlagend, die Antheren an beiden Enden zweispaltig ausgeschnitten, in oder nahe der Mitte dem Staubfaden beweglich aufsitzend. G $\underline{1}$, nach anderer Auffassung $\underline{(2-3)}$, einfächerig, mit 2 verschieden gestalteten Narben und einer grundständigen anatropen Samenknospe. Samenschale mit der Fruchtschale verwachsen (Grasfrucht, Caryopse), oft auch die letztere mit den Spelzen verschmelzend (Hordeum, Oryza). Same mit reichem, mehligem Endosperm. Keimling am Grunde des Eiweisses seitlich, sein Keimblatt (Schildchen) einer grubigen Vertiefung des Endosperms anliegend. 3800 Arten in allen Zonen.

559. Die deutschen Gattungen gruppiren sich in folgender Weise:

I. Unterfam. Panicoideae. Hüllblätter 3—6, manchmal einzelne verkümmert.

1. Gruppe. Oryzeae. Hüllblätter 4, die 2 unteren oder alle öfter verkümmert. Vorblatt mit 1 Mittelnerven. Narben federförmig, an der Seite der Blüthe hervortretend. Frucht von der Seite zusammengedrückt, meist dicht von Deck- und Vorblatt eingeschlossen: Oryza (Leersia).

2. Gruppe. Phalarideae. Hüllblätter 4, die 2 oberen kleiner, zuweilen mit verkümmerten (♂) Blüthen. Deckblatt zuletzt pergament- oder knorpelartig. Vorblatt meist ohne Mittelnerv. Narben an der Spitze der Blüthe vortretend. Frucht mehr oder weniger von Deck- und Vorblatt eng eingeschlossen.

A. In allen Blüthen 3 Staubgefässe; die 2 unteren Hüllblätter gleichlang; Narben fast sprengwedelförmig: Phalaris.

B. In allen Blüthen 2 Staubgefässe; unteres Hüllblatt halb so lang, als das zweite; Narben fadenförmig: Anthoxanthum.

C. Die 2 unteren Blüthen des Aehrchens (in der Achsel der oberen Hüllblätter) ♂, mit 3 Staubgefässen; die oberste Blüthe ☿, mit 2 Staubgefässen; Narben fast federförmig: Hierochloa.

3. Gruppe. Andropogoneae. Hüllblätter 3, die beiden unteren grösser, als das wie Deck- und Vorblatt durchsichtig-häutige, nervenlose dritte. Narben sprengwedelförmig. Frucht von Deck- und Vorblatt lose eingeschlossen.

A. Blüthen eingeschlechtig. ♂ Aehrchen 2blüthig, in einer Rispe am Ende des Halmes; P 2. ♀ Aehrchen 1blüthig, seitlich unten am Halme in von scheidigen Blättern umhüllten Kolben; P 0: Zea.

B. Blüthen ☿: Andropogon.

4. Gruppe. Paniceae. Hüllblätter 3, das unterste kleiner als die beiden oberen, zuweilen verkümmert, alle zarter als Deck- und Vorblatt. Frucht vom Rücken zusammengedrückt.

A. Alle 3 Hüllblätter entwickelt.

1. Alle Verzweigungen des Blüthenstandes Aehrchen tragend: Panicum.

2. Verzweigungen der ährenförmigen Rispe zum Theil ohne Aehrchen und als Borsten die letzteren überragend: Setaria.

B. Unteres Hüllblatt verkümmert: Tragus.

II. Unterfam. Poaeideae. Hüllblätter 2, selten eines oder beide verkümmert

5. Gruppe. Chlorideae. Aehrchen 1-, seltener 2- oder mehrblüthig, von der Seite zusammengedrückt, 2zeilig der unteren Seite einer 3kantigen Aehrenaxe eingefügt. Griffel lang. Frucht von der Seite zusammengedrückt, ohne Furche, lose von Deck- und Vorblatt eingeschlossen: Cynodon.

6. Gruppe. Stipeae. Aehrchen 1blüthig, im Querschnitt rundlich oder vom Rücken etwas zusammengedrückt, in Rispen. Griffel kurz oder fehlend. Frucht spindelförmig, innen schwach gefurcht, von dem erhärtenden Deck- und Vorblatt eng eingeschlossen.

A. Axe des Aehrchens unter der Blüthe nicht verlängert. Deckblatt unbegrannt. P 2: Milium.

B. Axe des Aehrchens unter der Blüthe verlängert. Deckblatt an der Spitze mit einer zweimal geknieten, seine Länge vielmal übertreffenden Granne; P 3: Stipa.

7. Gruppe. Agrostideae. Aehrchen fast immer 1blüthig, mit öfter über die Blüthe hinaus verlängerter Axe, von den Seiten zusammengedrückt, fast immer in Rispen.

A. Griffel lang. Narben aus der Spitze der Blüthe vortretend.

1. Hüllblätter verkümmert oder fehlend.

a. 2 Narben: Coleanthus.

b. 1 Narbe: Nardus.

2. Hüllblätter ausgebildet.

a. Aehrchen in einfacher Aehre, abwechselnd 2zeilig; Hüllblätter kiellos: Chamagrostis (Mibora).

b. Aehrchen in zusammengezogener, ährenförmiger Rispe; Hüllblätter gekielt.

* Vorblatt 0 oder verkümmert, P 0. Hüllblätter unten verwachsen, länger als die Blüthe. Deckblatt auf dem Rücken begrannt: Alopecurus.

** Vorblatt vorhanden. P meist 2.

α. Hüllblätter fast gleichlang und länger als die Blüthe: Phleum.
β. Hüllblätter zusammen kürzer als die Blüthe, das untere kürzer als das obere: Crypsis.

B. Griffel kurz oder fehlend. Narben an der Seite der Blüthe vortretend.
1. Aehrchenaxe am Grunde des Deckblattes kahl oder sehr kurz behaart.
a. Hüllblätter ziemlich gleichlang, begrannt. Vorblatt stets vorhanden: Polypogon.
b. Hüllblätter ungleich lang, unbegrannt. Vorblatt öfter fehlend.
* Unteres Hüllblatt länger. Deckblatt 3nervig: Agrostis.
* * Unteres Hüllblatt kürzer. Deckblatt 5nervig: Apera.
2. Aehrchenaxe am Grunde des Deckblattes lang behaart.
a. Unteres Hüllblatt länger, beide viel länger als das Deckblatt: Calamagrostis.
b. Unteres Hüllblatt kürzer als das obere, beide nur wenig länger als das Deckblatt: Psamma (Ammophila).

8. Gruppe. Avenaceae. Aehrchen 2-mehrblüthig, die obersten Blüthen oft verkümmert. Hüllblätter gross, fast das ganze Aehrchen einschliessend. Deckblatt auf dem Rücken meist mit gedrehter, oft geknieter Granne. P 2. Narben federförmig, am Grunde der Blüthe vortretend.

A. Aehrenaxe, wenigstens der untersten Blüthen, behaart.
1. Deckblatt auf dem Rücken begrannt.
a. Granne gekniet, unten gedreht, an der Spitze nicht verdickt.
* Frucht von der Seite zusammengedrückt, ungefurcht: Trisetum. (Avena flavescens L.)
* * Frucht halbstielrund oder vom Rücken zusammengedrückt, innen meist gefurcht.
α. Aehrchen 2- oder mehrblüthig. Deckblatt 2spitzig. Perigonblätter 2spaltig. Fruchtknoten an der Spitze behaart. Aehrchen ziemlich gross.
† Untere Blüthen mit verkümmertem Fruchtknoten. Deckblatt der oberen Blüthen unbegrannt oder unter der Spitze begrannt: Arrhenatherum.
† † Sämmtliche Blüthen ☿, ihr Deckblatt meist auf dem Rücken mit geknieter Granne: Avena.
β. Aehrchen meist 2blüthig. Deckblatt 2spitzig oder 4zähnig. Perigonblätter ungetheilt. Fruchtknoten kahl: Aira.
b. Granne an der Spitze verdickt; Deckblatt an der Spitze ganzrandig; Fruchtknoten kahl; Perigonblätter 2spaltig: Corynephorus (Weingaertneria).
2. Deckblatt unbegrannt, 2- oder 3spitzig: Sieglinga (Triodia).

B. Aehrenaxe kahl. Obere Blüthe meist ♂, ihr Deckblatt begrannt, das der unteren unbegrannt. Frucht von der Seite zusammengedrückt, ungefurcht: Holcus.

9. Gruppe. Pappophoreae. Aehrchen 2-mehrblüthig. Deckblatt an der Spitze 3-vielspaltig oder-zähnig, die Spitzen oder Abschnitte der Zähne meist begrannt: Sesleria.

10. Gruppe. Arundineae. Aehrchen der Anheftungsfläche ihrer Stiele parallel, meist mehrblüthig. Hüllblätter kürzer als die unterste Blüthe. Die zuletzt gliederweise mit den Blüthen abfallende Aehrchenaxe wenigstens unter den oberen Blüthen seidenhaarig. Deckblatt unbegrannt oder an der Spitze begrannt. Fruchtknoten kahl. Griffel ziemlich lang. Narben an den Seiten der Blüthe vortretend. Frucht von Deck- und Vorblatt lose eingeschlossen.

A. Aehrchen 3—7blüthig. Hüllblätter 3nervig. Narben sprengwedelförmig: Arundo. (Phragmites).
B. Aehrchen 2—5blüthig. Hüllblätter 1nervig. Narben federförmig: Molinia.

11. Gruppe. Festucaceae. Aehrchen der Anheftungsfläche ihrer Stiele parallel, 2-mehr-, selten 1blüthig, die oberste Blüthe oft verkümmert. Hüllblätter kürzer als die unterste Blüthe, Achse derselben fast immer unbehaart. Deckblatt begrannt oder mit gerader oder geschlängelter, nicht gedrehter Granne. Griffel meist kurz oder fehlend. Narben an den Seiten der Blüthen hervortretend. Aehrchen in Rispen.

A. Hüllblätter so lang oder fast so lang als das Aehrchen.
1. Deckblatt unbegrannt, Narbenpapillen ästig. Frucht innen gefurcht (Scheide geschlossen): Melica.
2. Deckblatt stachelspitzig oder begrannt. Narbenpapillen einfach. Frucht ungefurcht: Koeleria.

B. Hüllblätter kürzer als das Aehrchen.

1. Rispenäste spiralig. Aehrchenaxe mit den Vorblättern bleibend, Deckblatt mit der Frucht abfallend: Eragrostis.
2. Rispenäste in halben Quirlen 2zeilig. Aehrchenaxe gliedweise mit den Blüthen abfallend.
   a. Narben an der Spitze des Fruchtknotens eingefügt.
      * Alle Aehrchen mit Blüthen.
         α. Deckblatt gekielt.
            † Hüllblätter spitz.
               ○ Deckblatt begrannt. Scheiden geschlossen: Dactylis.
               ○ ○ Deckblatt unbegrannt. Scheiden offen: Poa.
            † † Hüllblätter stumpf. Scheiden am Grunde geschlossen: Sclerochloa.
         β. Deckblatt auf dem Rücken abgerundet.
            † Aehrchen länglich bis linealisch. Frucht innen flach oder gefurcht.
               ○ Aehrchen meist 2blüthig. Frucht innen flach: Catabrosa.
               ○ ○ Aehrchen mehrblüthig. Frucht innen gefurcht:
                  × Hüllblätter 1nervig. Deckblatt unbegrannt. Perigonblätter gestutzt. Narbenpapillen ästig. Scheiden geschlossen: Glyceria.
                  × × Unteres Hüllblatt 1-, oberes 2nervig. Deckblatt unbegrannt oder begrannt. Perigonblätter 2spaltig. Narbenpapillen einfach. Scheiden meist ganz offen: Festuca.
            † † Aehrchen rundlich oder herzförmig, von der Seite zusammengedrückt. Frucht beiderseits gewölbt: Briza.
      * * Ein Theil der Aehrchen ohne Blüthen, eine kammförmige Hülle der fruchtbaren Aehrchen bildend: Cynosurus.
   b. Narben unterhalb der Spitze des Fruchtknotens eingefügt: Bromus.

12. Gruppe. Hordeaceae. Aehrchen den Ausschnitten der beiden gegenüber liegenden Seiten einer vierkantigen oder verflachten, hin- und hergebogenen Axe (Spindel) eingefügt. Frucht innen gefurcht. Sonst wie vorige Gruppe.

A. Aehrchen parallel ihrer Anheftungsfläche (also parallel der Spindel) zusammengedrückt, eine Fläche der Axe zuwendend, die Hüllblätter rechts und links von derselben stehend.
   1. Aehrchen zu 2—6. Hüllblätter fast gleich, sich mit den Deckblättern kreuzend: Hordeum.
   2. Aehrchen fast immer einzeln. Hüllblätter vor den Deckblättern stehend.
      a. Aehrchen sitzend. Hüllblätter gleich lang: Triticum.
      b. Aehrchen kurz gestielt. Hüllblätter ungleich lang: Brachypodium.

B. Aehrchen von den Seiten, senkrecht zur Spindel der Aehre, zusammengedrückt, das eine Hüllblatt von der Axe abgewendet, das andere (wenn vorhanden) der Axe zugekehrt: Lolium.

560. Wichtigere Arten sind:

Oryzeae: Oryza sativa L., Reis, in Ostindien heimisch, in den gesammten Tropen (und selbst noch in Italien und Ungarn) gebaut. Zizania palustris L., Wasserreis, Canada; Frucht gegessen. — **Phalarideae:** Lygeum spartum L., Esparto, Spanien und Nordafrika; Halme zu Flechtwerk und zur Papierbereitung; wichtiger Handelsartikel. Phalaris arundinacea L. var. picta, Bandgras, häufige Zierpflanze; Ph. canariensis L., Canariengras, Canarische Inseln, liefert Vogelfutter (Canariensame). Anthoxanthum odoratum L., Ruchgras, und Hierochloa odorata Wahlbg., Mariengras, enthalten Coumarin und sind vorzügliche Futtergräser. — **Andropogoneae:** Andropogon Nardus L. und andere ostindische Arten sind durch wohlriechende ätherische Oele ausgezeichnet (Radix Vetiveriae s. Iwarancusae von A. muricatus Retz.). Zea Mays L., Mais, türkischer Weizen, im wärmeren Amerika heimisch, namentlich in Amerika als Mehlpflanze, sowie auch als Grünfutter gebaut. Sorghum vulgare Pers., Dhurra, Mohrenhirse, in Afrika gebaut; S. saccharatum Pers. in Asien und Nordamerika zur Zuckerbereitung cultivirt. Saccharum officinarum L., Zuckerrohr, seines Gehaltes an Rohrzucker wegen in den gesammten Tropen gebaut. — **Paniceae:** Panicum miliaceum L., Hirse, in Indien heimisch, als Getreidepflanze gebaut. Setaria italica P. B., Kolbenhirse, ebenfalls in Südeuropa als Getreidepflanze cultivirt. Penicillaria spicata Willd., ostindische und aegyptische Getreidepflanze. — **Chlorideae:** Eleusine coracana Gärtn. u. a. A. in Indien und Afrika der Früchte wegen gebaut. Dactylis glomerata L., Knäuelgras, gutes Wiesengras. — **Stipaceae:** Stipa pennata, mit langer, federartiger Granne, als Zierpflanze manchmal cultivirt; S. tenacissima L., in Spanien zu Flechtwerk benutzt. — **Agrostideae:** Phleum pratense L.,

Timotheegras, Alopecurus pratensis L., Fuchsschwanzgras, Agrostis vulgaris L., Fioringras u. a. A. sind vorzügliche Wiesengräser. — **Avenaceae:** Avena sativa L., Saathafer, Vaterland unbekannt, als Getreidepflanze oft mit A. orientalis Schreb., Fahnenhafer, A. nuda L., Nackthafer und A. strigosa Schreb., Sandhafer, gebaut. A. fatua L., Flughafer, Unkraut unter der Saat. Andere Arten der Gattung, sowie Arrhenatherum elatius M. et K., französisches Raygras, Holcus lanatus L., Honiggras, sind gute Wiesengräser. — **Arundineae:** Arundo Phragmites L. (Phragmites communis Trin.), Rohr, Dachrohr, Teichrohr; die Halme zum Beschlagen der Zimmerdecken etc. beim Bauen dienend. Arundo Donax L., Mittelmeerländer, die Halme technisch verwendet. Gynerium argenteum Nees, Pampasgras, Südamerika; Zierpflanze. — **Festucaceae:** Arten der Gattungen Festuca, Schwingel, Poa, Rispengras, Briza media, Zittergras, Cynosurus cristatus L., Kammgras etc. sind vorzügliche Futtergräser. Bromus secalinus L., Roggentrespe, lästiges Unkraut auf Getreideäckern. — **Hordeaceae:** Hierher die wichtigsten Getreidearten (in zahlreichen Spielarten), deren Vaterland vielleicht Westasien: Triticum vulgare Vill., gemeiner Weizen, T. turgidum L., englischer W., T. durum Desf., Bartweizen, T. dicoccum Schrank, Emmer, T. Spelta L., Spelz, Dinkel, T. monococcum L., Einkorn, T. polonicum L., polnischer W., Gommer; Secale cereale L., Roggen; Hordeum vulgare L., gemeine Gerste, H. hexastichon L., sechszeilige G., H. distichum L., zweizeilige G., H. zeocriton L., Pfauen- oder Reisgerste. — Der Wurzelstock von Triticum repens L. (Agropyrum — Quecke) ist officinell (Rhizoma Graminis — Bestandtheile: Mannit, Gummi etc.). Lolium perenne L., englisches Raygras, ist vorzügliches Wiesengras; L. temulentum L., Taumelloch, giftig? — **Bambuseae:** Bambusa arundinacea L., Bambusrohr, tropisches Asien, dient nebst anderen Arten zu zahlreichen technischen Zwecken.

Fossile Gramineen werden aus 8 Gattungen mit circa 60 Arten, sämmtlich dem Tertiär angehörend, beschrieben.

561. (Fam. 93.) Cyperaceae. Halb-, Schein- oder Riedgräser. Einjährige oder ausdauernde Kräuter, oft mit kriechendem Wurzelstocke, der mit schuppigen Niederblättern besetzt ist. Stengel oft dreikantig, mit sehr verlängertem letzten Internodium, daher scheinbar ungegliedert. Blätter dreizeilig, mit geschlossenen Scheiden. B ☿ oder monöcisch, selten diöcisch, in ein- oder mehrblüthigen Aehrchen, die Aehren oder Rispen bilden, ohne Vorblatt, aber mit spelzenartigem Deckblatt. P 0 oder aus Borsten gebildet, A meist $3 + 0$, G $\underline{(2)}$ oder $\underline{(3)}$, einfächerig, mit einer grundständigen anatropen Samenknospe und 2 - 3 Narben. Frucht eine Caryopse. Same mehr oder weniger mit der Fruchtschale verwachsen, mit reichem, mehligem Endosperm. Keimling im Grunde des Eiweisses, aber von diesem allseitig umschlossen. Ueber die ganze Erde verbreitete Familie mit 2000 Arten.

562. Deutsche Gattungen sind:

I. Unterfam. Cariceae. Blüthen monöcisch, selten diöcisch; ♂ B in der Achsel von Deckblättern in einfacher Aehre. ♀ B auf einem kurzen, aus der Achsel des Deckblattes entspringenden Zweige, der wieder seinerseits ein Deckblatt trägt, welches den Fruchtknoten vollständig (als Schlauch, utriculus) einschliesst. P 0. Carex L.

II. Unterfam. Scirpeae. B ☿, in der Achsel von zweizeilig oder spiralig gestellten Deckblättern zu Aehrchen geordnet, die ihrerseits wieder zusammengesetzte Blüthenstände bilden. P 0 oder aus $3 + 3$ Borsten oder zahlreichen Haaren gebildet. A $3 + 0$ oder $3 + 3$.

A. Deckblätter 2zeilig.
1. Aehrchen vielblüthig, meist alle Deckblätter Blüthen in der Achsel tragend. P 0. Griffel am Grunde nicht verdickt: Cyperus.
2. Aehren wenigblüthig, untere 3—6 Deckblätter ohne Blüthe und kleiner. Perigonborsten 1—6. Griffel am Grunde verdickt: Schoenus.

B. Deckblätter spiralig.
1. Aehrchen wenigblüthig, die 3—4 untersten Deckblätter ohne Blüthen und kleiner.
   a. P 0; die obersten 2 Deckblätter mit B, deren untere ♂; Griffel von der nicht zusammengedrückten Frucht grösstentheils abfallend: Cladium.

b. Perigonborsten 9—13; die 2—3 obersten Deckblätter mit ☿ B; unterer Theil des Griffels auf der zusammengedrückten Frucht stehen bleibend: Rhynchospora.

2. Aehrchen mehrblüthig, das unterste oder einige der unteren Deckblätter ohne Blüthen, aber so gross oder grösser als die übrigen.

a. P 0 oder meist aus 6 rauhen Borsten bestehend, die Deckblätter nicht überragend: Scirpus.

b. P aus 4—6 oder sehr zahlreichen, zuletzt die Deckblätter weit überragenden, einen wolligen Schopf bildenden Haaren bestehend: Eriophorum.

563. Die meisten Cyperaceen wachsen an feuchten, sumpfigen Orten und sind durch starre, schneidende Blätter ausgezeichnet. Auf Wiesen werden sie nicht gerne gesehen, da sie in der Regel die Futtergräser rasch verdrängen. Viele auf Mooren vorkommende Arten sind Torfbildner. Officinell ist das Rhizom von Carex arenaria L., Sandsegge, (Rhizoma Caricis — Bestandtheile: kratzender Extractivstoff, Harz). Scirpus lacustris L., Teichbinse, liefert in den langen Halmen Material zu Flechtwerk. Die Wolle von Eriophorum wird manchmal als Pack- und Polstermaterial benutzt. Cyperus esculentus L., Mittelmeergebiet, besitzt am Wurzelstock essbare, stärkereiche Knollen und wird daher auch gebaut. C. Papyrus L. (Papyrus antiquorum Willd.) ist die im tropischen Afrika heimische Papyrusstaude, von welcher das in Streifen geschnittene und kreuzweise über einander gepresste, markige Gewebe der Halme im Alterthum als Papier benutzt wurde.

Fossile Cyperaceen, 3 Gattungen mit 50 Arten (davon 8 Cyperus und 11 Carex), finden sich im Tertiär.

44. Ordnung. Enantioblastae.

Samenknospe orthotrop, der Keimling daher an der Spitze des Endosperms dem Nabel gegenüber.

564. (Fam. 94.) Centrolepideae. Zwergige Kräuter mit grundständigen, grasartigen Blättern. B in end- oder seitenständigen Aehren, die ♂ auf 1 Staubgefäss, die ♀ auf 1 Fruchtknoten reducirt. 30 australische Arten.

565. (Fam. 95.) Restiaceae. Kräuter oder Halbsträucher von binsenartigem Habitus. Blätter mit stengelumfassenden, offenen Scheiden, oft ohne Spreite. B in Aehren, Trauben oder Rispen. P 3 + 3 oder 2 + 2, spelzenartig; A 2 — 3, frei oder verwachsen, G $\underline{(2)}$ oder $\underline{(3)}$, 2—3fächerig. 180 Arten der südöstlichen Hemisphäre, vorzüglich am Cap.

566. (Fam 96.) Eriocauloneae. Sumpfkräuter mit B in Köpfchen, wie bei den Compositen. B monöcisch. P 3 + 3 oder 2 + 2, oft ein Kreis verkümmert. A 0 + 3 oder 3 + 3 oder 0 + 2. G $\underline{(3)}$ oder $\underline{(2)}$, 2—3fächerig, jedes Fach mit 1 hängenden Samenknospe. 300 Arten in der heissen Zone, vorzüglich in Amerika und Neuholland.

567. (Fam. 97.) Xyrideae. Sumpfkräuter mit schwert- oder fadenförmigen, grundständigen Blättern. B ☿. P 3 + 3, der innere Kreis corollinisch, am Grunde oft verwachsen. A † 3 + 3 oder 0 + 3 G $\underline{(3)}$, einfächerig, vielsamig. 70 Arten der heissen Zone, besonders in Amerika.

568. (Fam. 98.) Commelinaceae. Einjährige oder ausdauernde Kräuter mit abwechselnd gestellten, einfachen, am Grunde scheidigen Blättern. B ✱ oder ↑, ihr Typus P 3 + 3, A 3 + 3, G $\underline{(3)}$. Der äussere Perigonkreis kelchartig. Staubgefässe oft zum Theil abortirt oder als Staminodien. Fruchtknoten gewöhnlich dreifächerig. Samenknospenzahl verschieden. 350 Arten der heissen Zone.

Arten der Gattungen Tradescantia und Commelina werden oft als Zierpflanzen cultivirt.

45. Ordnung. Liliiflorae.

B meist ✱ und ☿, den Typus der Monocotylenblüthe P 3 + 3,

A 3+3, G $\underline{(3)}$ oder $\overline{(3)}$ repräsentirend. P meist ansehnlich, beide Kreise corollinisch, seltener der äussere oder beide calycinisch. Fruchtknoten meist 3fächerig. Embryo vom Endosperm umschlossen.

569. (Fam. 99.) Juncaceae. Grasähnliche, einjährige oder perennirende Kräuter mit meist halmartigen Stengeln und spiralig gestellten, schmalen oder stielrunden Blättern mit scheidigem Grunde. B in Spirren, ☿, ✱. P 3 + 3, beide Kreise trockenhäutige, spelzenartige Blätter zeigend. A 3 + 3, selten 3 + 0; G $\underline{(3)}$ mit 1 Griffel und 3 fadenförmigen Narben. Samenknospe anatrop. Kapsel durch Mitteltheilung der Fächer 3klappig. Samenschale dünn, am Grunde oder an der Spitze oft mit beutelförmigem Anhängsel. Keimling in der Nähe des Nabels. 250 Arten der gemässigten Zonen.

Juncus: Kapsel 3fächerig, mehrsamig. Samenschale ohne Anhängsel.
Luzula: Kapsel 1fächerig, 3samig. Samenschale mit beutelförmigem Anhängsel.
Halme einzelner Juncus-Arten oft zu Flechtwerk dienend, ebenso als Streu benutzt.
Aus den tertiären Schichten kennt man 3 Arten der Gattung Juncus.

570. (Fam. 100.) Liliaceae. Stauden, meist Zwiebel-, selten Knollengewächse. B meist gross, P in beiden Kreisen corollinisch. Kapsel 3fächerig. Keimling in der Axe des fleischigen oder knorpeligen Endosperms. Sonst wie vorige Familie. 1600 Arten in der gemässigten und warmen Zone, besonders in den Mittelmeerländern, am Cap und in Neuholland.

I. Unterfam. Narthecioideae. P etwas derb. Staubbeutel nach innen aufspringend. Kapsel durch Mitteltheilung der Fächer (loculicid) dreiklappig. Samenschale am Grunde und an der Spitze mit beutelförmiger Aussackung. Narthecium.

II. Unterfam. Melanthieae (Colchicaceae). Staubbeutel meistens nach aussen aufspringend. Fruchtblätter an der Spitze getrennt. Kapsel gewöhnlich durch Scheidewandspaltung (septicid) aufspringend.

A. P einblätterig, mit langer enger Röhre, der glockenförmige Saum 6lappig: Colchicum.
B. P 6blätterig.
 1. Staubbeutel nierenförmig, durch eine längs des Scheitels verlaufende Querspalte in 2 Klappen aufspringend, die dann zusammen eine rundliche Platte bilden. Fruchtblätter nur an der Basis verwachsen: Veratrum.
 2. Staubbeutel pfriemenförmig, mit 2 seitlichen Längsspalten aufspringend. Fruchtblätter bis zur Mitte verwachsen: Toffieldia.

III. Unterfam. Lilieae. Staubbeutel nach innen aufspringend. Kapsel sich loculicid öffnend.

A. Perigonblätter verwachsen.
 1. P röhrig-glockig, 6spaltig; Griffel kurz; Narbe ungetheilt: Hyacinthus.
 2. P krugförmig, 6lappig oder -zähnig; Griffel fadenförmig; Narbe 3lappig: Muscari.
B. Perigonblätter getrennt.
 1. Perigonblätter am Grunde mit Nectargruben.
  a. Perigonblätter abfallend. Staubbeutel vorne über dem Grunde befestigt. Samen in jedem Fache zahlreich.
   * Perigon glockenförmig. Honiggrube rundlich oder länglich. 3 Narben: Fritillaria.
   ** Perigon abstehend oder zurückgerollt. Honiggrube eine Längsfurche. Narbe 3seitig: Lilium.
  b. Perigonblätter bleibend. Staubfaden in einer canalartigen Vertiefung des Mittelbandes eingefügt. Samen in jedem Kapselfache wenige: Gagea.
 2. Perigonblätter ohne Nectargruben.

a. Staubfäden in einer canalartigen Vertiefung des Mittelbandes eingefügt. Narbe sitzend, 3lappig: **Tulipa.**

b. Staubbeutel am Rücken befestigt. Griffel vorhanden.

* Blüthenstiel ungegliedert.

α. Griffel auf der Spitze des Fruchtknotens stehend. Blüthenscheide fehlt.

○ Perigonblätter abfallend (blau): **Scilla.**

○○ Perigonblätter bleibend (weiss, aussen grünlich, oder gelb: **Ornithogalum.**

β. Griffel in einer Vertiefung des Fruchtknotens entspringend. Blüthenstand vor der Blüthezeit in eine Scheide eingeschlossen: **Allium.**

** Blüthenstiel gegliedert: **Anthericum.**

IV. Unterfam. Smilaceae (Asparageae). Staubbeutel nach innen aufspringend. Frucht eine Beere. Blüthen manchmal durch Verkümmerung 2häusig.

A. Alle Blüthenkreise 4- (seltener 3- oder 5-) zählig.

1. Staubgefässe 8. Am Stengel 4 grosse Laubblätter im Quirl: **Paris.**
2. Staubgefässe (bei unserer Art) 4, P tief 4spaltig. Am Stengel 2 grosse Laubblätter wechselständig: **Majanthemum.**

B. Blüthenkreise 3zählig.

1. Blüthen ☿.

a. P röhrenförmig. Staubgefässe in der Mitte der Röhre eingefügt: **Polygonatum.**

b. P glockenförmig, Staubgefässe dem Grunde eingefügt: **Convallaria.**

c. P bis zur Basis 6theilig, die äusseren Blätter am Grunde sackartig vertieft: **Streptopus.**

2. B durch Fehlschlagen 2häusig, mit gegliedertem Stielchen. P tief 6theilig: **Asparagus.**

571. Wichtigere Arten sind:

Melanthieae: Colchicum autumnale L., Herbstzeitlose; officinell sind die Knollen und Samen (Bulbus s. Tuber et Semen Colchici, Bestandtheile: Colchicin). Veratrum album L., Germer, Alpenwiesen Europas und Asiens; officinell der Wurzelstock (Rhizoma Veratri s. Hellebori albi — Bestandtheile: Veratrin, Jervin etc.). Sabadilla officinarum Brandt, Mexiko, die Früchte und Samen officin. (Fructus Sabadillae — Bestandtheile: Veratrin, Sabadillin, Sabatrin und Fett etc.). — **Lilieae:** Arten von Tulipa, Hyacinthus, Lilium, Fritillaria, Hosta, Hemerocallis etc. sind bekannte Zierpflanzen. Küchengewächse sind Allium Schoenoprasum L., Schnittlauch, A. Ascalonicum L., Schalotte (Orient), A. Cepa L., Zwiebel (Orient), A. sativum L., Knoblauch (Orient), A. Porrum L., Porre, etc. Scilla maritima L., Mittelmeergebiet, die Zwiebel officin. (Bulbus Scillae — Bestandtheile: Scillitin, Bassorin, Zucker, oxalsaurer Kalk etc.). Aloë soccotrina Lam., Ostafrika, A. africana Mill., A. arborescens DC., A. spicata Thunb., A. Lingua Thunb., Cap. und andere Arten liefern aus dem Safte der Blätter die officinelle Aloë (Bestandtheile: Aloëbitter und Aloïn). Yucca gloriosa L. (Nordamerika) Zierpflanze, Y. filamentosa L. (Nordamer.), Gefässbündel der Blätter zu Geweben verwendet. Phormium tenax Forst., neuseeländischer Flachs (Neuseeland), die Fasern der schilfartigen Blätter zu dauerhaften Geweben, Schiffstauen etc. verarbeitet. — **Smilaceae:** Smilax medica Schl., S. syphilitica und andere amerikanische, zum Theil unbekannte Arten der Gattung sind die Stammpflanzen der Sarsaparille (Radix Sarsaparilla — Bestandtheile: Smilacin, Stärke etc.). Asparagus officinalis L., Spargel, bekannte Gemüsepflanze, deren junge Sprosse gegessen werden. Dracaena Draco L., Drachenbaum, canarische Inseln, Baum von bedeutendem Stammdurchmesser (§ 107); manche Arten dieser, sowie der verwandten Gattung Cordyline, sind wegen ihres palmenartigen Wuchses und der oft rothgefärbten Blätter beliebte Zimmerpflanzen. Die Gattung Ruscus, in Südeuropa heimisch, besitzt blattartige Zweige, die in der Achsel kleinerer Blätter die unscheinbaren Blüthen versteckt tragen.

Fossile Lilieen sind zuerst aus dem Buntsandstein (Yuccites) bekannt; die bis zum Tertiär gehenden 12 Arten, welche 5 Gattungen zuertheilt werden, gleichen sämmtlich den baumartigen Formen aus der Gruppe der Dracaenen und Verwandten. Smilaceen unterscheidet man 50 Arten in 3 Gattungen, die meisten zu Smilax gehörend (45) und alle in tertiären Schichten.

572. (Fam. 101.) Amaryllideae. Von den Liliaceen durch den

unterständigen Fruchtknoten verschieden. Perigon oft mit Nebenkrone. Frucht meistens eine loculicid aufspringende Kapsel. B bei einzelnen Gattungen ↑ (Alstroemeria). 400 Arten in der warmen und gemässigten Zone.

A. Staubgefässe der Perigonröhre eingefügt. Perigon mit Nebenkrone: Narcissus.

B. Staubgefässe dem Blüthenboden eingefügt.

1. Perigon mit gleichgrossen Zipfeln: Leucojum.
2. Innere Perigonzipfel kürzer und ausgerandet: Galanthus.

Galanthus und Leucojum (Schneeglöckchen), ferner Arten von Narcissus, sind häufige Gartenzierpflanzen, wie auch viele Amaryllis-Arten, Clivia etc. in Zimmern gezogen werden. Agave americana L., in Mexiko heimisch, in Südeuropa und den Tropen vielfach angepflanzt, zeichnet sich, wie die anderen Arten der Gattung, durch die dicken, stacheligen Blätter aus, die in grundständiger Rosette den kurzen Stamm bedecken, welcher erst nach vielen Jahren (Mexiko in 8—16, Südeuropa 10—20, in Glashäusern 40—80 Jahren) den oft 12 Meter hohen Blüthenschaft entwickelt. Der gegohrene Saft dieser, sowie anderer Arten, ist die „Pulque“, das Nationalgetränk der Mexikaner. Die Fasern werden zu dauerhaften Gespinnsten verschiedener Art verwendet.

Im Tertiär ist Agavites mit einer Art bekannt.

Die kleine, oft mit den Amaryllideen vereinigte Familie der Hypoxideen ist hauptsächlich am Cap heimisch. Sie unterscheidet sich namentlich durch beerenartige Früchte und Samen mit einem schnabelförmigen Anhängsel.

573. (Fam. 102.) Irideae. Ausdauernde Kräuter mit oft knolligen Wurzelstöcken oder sogenannten Knollenzwiebeln (Crocus, Gladiolus). Blätter abwechselnd, grundständig, oft 2zeilig, meistens schwertförmig, reitend. B ✱, selten ↑, ☿, mit dünnhäutigen, scheidenartigen Hochblättern im Blüthenstande. P $3+3$, A $3+0$, G $\overline{(3)}$. Perigon corollinisch, am Grunde zu einer Röhre verwachsen. Fruchtknoten 3fächerig, mit 1 Griffel und 3 oft blumenblattartigen (Iris) oder tutenförmig-röhrigen (Crocus) Narben. Kapsel 3fächerig, vielsamig, fachspaltig aufspringend. Keimling in der Axe des hornigen oder fleischigen Eiweisses. 600 Arten in den gemässigten und warmen Zonen, besonders am Cap.

A. B ✱.

1. Aeussere Perigonabschnitte zurückgeschlagen, innere aufrecht oder aufrecht abstehend. Griffel kurz. Narben blumenblattartig: Iris.
2. Perigon glockenförmig, mit sehr langer Röhre. Griffel sehr lang. Narben fleischig, keilförmig, tutenförmig eingerollt: Crocus.

B. B ↑. P fast 2lippig, mit kurzer Röhre. Narben fast blumenblattartig: Gladiolus.

Viele Arten der Gattungen Iris, Crocus und Gladiolus sind beliebte Gartenpflanzen. Officinell ist der Wurzelstock von Iris florentina L., Veilchenwurzel, Südeuropa (Rhizoma Iridis — Bestandtheile: ätherisches Oel, Weichharz, Extractivstoff etc.), aber auch von I. pallida L. und I. germanica L. — ferner die Narben von Crocus sativus L., Safran, im Orient heimisch, in Südeuropa gebaut (Bestandtheile: Polychroit und ätherisches Oel); letztere auch als Farbstoff zu technischen Zwecken.

3 Arten Iris im Tertiär.

574. (Fam. 103.) Taccaceae. Ausdauernde Kräuter mit knolligem Wurzelstock und grundständigen, lang gestielten, gewöhnlich fieder- oder handförmig getheilten, netzaderigen Blättern. B in Dolden von meist 4 Hochblättern umgeben. P $3+3$, A $3+3$, G $\overline{(3)}$, Fruchtknoten 1fächerig. Beere vielsamig. 8 Arten im tropischen Asien und Australien. Tacca liefert Stärkemehl (tahitisches Arrowroot).

575. (Fam. 104.) Dioscoreae. Windende, ausdauernde Kräuter oder Halbsträucher mit unterirdischem oder oberirdischem Wurzelstock oder Knollenstamm. Blätter abwechselnd, oft herzförmig, zuweilen gelappt, handförmig-netzaderig. B diöcisch, unscheinbar, klein, grünlich, in achsel-

ständigen Aehren oder Rispen. P 3 + 3, A 3 + 3, G $\overline{(3)}$. Fruchtknoten 3fächerig mit 1—2 Samenknospen in jedem Fache. Frucht meist kapsel-, seltener beerenartig (Tamus). 150 Arten der heissen und gemässigten Zone.

Tamus communis L. in Süddeutschland und Schweiz.

Die stärkemehlreichen, knolligen Wurzelstöcke mancher Arten werden gegessen. Dioscorea alata L. (Molukken, Ostindien heimisch), Yamswurzel, Yam, in den gesammten Tropen als wichtiges Nahrungsmittel gebaut; ebenso D. Batatas Desc., Bataten, D. sativa L. u.a. Arten. Testudinaria Elephantipes Lindl. mit dickem Knollenstamm, der durch seine schildförmigen Korkschuppen an einen Schildkrötenpanzer erinnert; Cap, in Gewächshäusern cultivirt.

576. (Fam. 105.) Haemodoraceae. Irideenartige Gewächse. B ✱, selten ↑. P 3 + 3, am Grunde röhrig. A 3 + 3 oder † 3 + 3 oder 0 + 3. G $\underline{(3)}$ oder $\overline{(3)}$, 3fächerig; Kapsel fachspaltig. 80 Arten, in Amerika, am Cap und in Australien heimisch.

577. (Fam 106.) Pontederiaceae. Krautige Sumpf- oder Wasserpflanzen mit kriechendem Wurzelstock und grundständigen, ovalen, herz- oder pfeilförmigen Blättern mit meist scheidenförmigen Blattstielen. B ↑, in Aehren oder Trauben, ☿. P 3 + 3, A 3 + 3 oder 0 + 3, an Länge häufig schrittweise nach rückwärts abnehmend und ebenso auch allmälig tiefer gestellt. G $\underline{(3)}$, 3fächerig, die 2 hinteren Fächer häufig fehlschlagend. 30 Arten der heissen Zone, besonders in Amerika.

578. (Fam. 107.) Bromeliaceae. Ausdauernde Kräuter mit verkürzten Stämmen, häufig epiphytisch und mit Luftwurzeln. Blätter grundständig, grasartig, meist starr, oft dornig gezähnt, stechend. durch schuppenförmige Haare oft graugrün. B ☿, in Aehren, Trauben oder Rispen mit oft blumenblattartig gefärbten Deckblättern, ↑. P 3 + 3, das äussere kelchartig. A 3 + 3, frei, oder unter sich am Grunde oder mit P verwachsen. G (3), ober-, unter- oder halbunterständig, 3fächerig. Kapsel oder Beere. Keim gerade oder gekrümmt, im Grunde des Endosperms. 600 tropische Arten, fast nur in Amerika.

Ananassa sativa Lindl. (Bromelia Ananas, L.) Südamerika, der Früchte wegen in allen Tropenländern und bei uns in Gewächshäusern cultivirt. Die Beeren eines Blüthenstandes verwachsen mit einander zu einer Scheinfrucht, die keine Samen entwickelt und von einem die Axe des Blüthenstandes fortsetzenden Blattschopfe gekrönt wird. Die Fasern der Blätter zu Geweben dienend. — Viele Arten der Familie in unseren Glashäusern cultivirt. — Im Tertiär eine Art bekannt.

46. Ordnung. Scitamineae.

B ↑ oder asymmetrisch, in der Achsel grosser, oft blumenartig gefärbter Deckblätter, ihr Typus P 3 + 3, A 3 + 3, G $\overline{(3)}$; die meisten Staubgefässe in der Regel zu Staminodien umgebildet; Frucht 3fächerig Kein Endosperm, aber reiches Perisperm im Samen.

579. (Fam. 108.) Marantaceae. Ausdauernde Kräuter mit kriechenden, oft knolligen Wurzelstöcken, meist entwickelten oberirdischen Stengeln und 2zeiligen, ovalen oder grasartigen Blättern, mit an der Spitze oft knotig verdickten, unten scheidigen Blattstielen, stärkeren Mittelnerven und fiederigen Seitennerven. B in end- oder achselständigen Aehren oder Rispen, ☿. P 3 + 3, der äussere Kreis kleiner und kelchartig. A † 1 oder 2 + 1 † 2. Nur das eine Staubgefäss (das hintere des inneren Kreises) fruchtbar und auch nur mit halber Anthere, die seitlich dem blumenblattartigen Filamente angewachsen ist. Die übrigen Staubgefässe sind Staminodien, von denen eines grösser und als Lippe (labellum) zurückgerollt ist.

Frucht eine fachspaltige Kapsel oder Beere Samen mit sehr harter Schale. Perisperm hornartig. 180 tropische Arten, vorzüglich in Amerika.

Arten der Gattung Canna (C. indica L., Ostindien) häufig als Gartenzierpflanzen. Officinell ist Arrow-root, das Stärkemehl aus dem Wurzelstocke von Maranta arundinacea L., Pfeilwurzel, Westindien. Ebenso liefern mehrere ostindische (M. indica) und amerikanische Arten Stärke.

3 Cannaceen werden aus der Kreide und dem Tertiär beschrieben.

580. (Fam 109.) Zingiberaceae. Ausdauernde Kräuter mit fleischigem oder knolligem Wurzelstocke und oft rübenförmigen oder an der Spitze knollig verdickten Wurzeln. Stengel meistens verkürzt. Blätter meist grundständig, einfach. B in end- oder grundständigen Aehren oder Trauben, mit oft blumenartig gefärbten Deckblättern. P 3 + 3, beide Kreise corollinisch; A † 3 + 1 † 2, die 3 des äusseren Kreises zu dem grossen, dreilappigen Labellum verwachsen, vom innern Kreise das hintere allein und mit ganzer Anthere fruchtbar, die beiden anderen kleine drüsige Gebilde. Frucht eine lederige, 3fächerige, 3klappige, fachspaltige Kapsel. 250 tropische, besonders asiatische Arten.

Officinell sind: Zingiber officinale Rosc., Ingwer, Ostindien, in Westindien cultivirt (Rhizoma Zingiberis — ätherisches Oel, scharfes Harz, Extractivstoff etc.) — Curcuma longa L.. Gelbwurzel, Ostindien und China (Rhizoma Curcumae — harziger, gelber Farbstoff: Curcumin) C. Zedoaria Rosc., Zittwer, Ostindien (Rhizoma Zedoariae — ätherisches Oel, scharfes Harz, bitterer Extractivstoff, Gummi) — Alpinia Galanga Sw., Ostindien (Rhizoma Galangae majoris) und A. officinarum Hance, China (Rhizoma Galangae minoris — ätherisches Oel, scharfes Harz, bitterer Extractivstoff, Kämpferid). — Elettaria Cardamomum Wh., Ostindien (Fructus Cardamomi minores s. Cardamomum minus — ätherisches und fettes Oel), E. major Sm., Ceylon (Cardamomum longum), seltener die Früchte von Amomum Cardamomum L., Ostindien (Cardamomum rotundum) u. A. maximum Roxb., Ostindien (Cardamomum majus s. javanicum). — Ingwer und Cardamomen auch als Handelsgewürze, sowie die Samen von Amomum granum Paradisi L., Paradieskörner, Guiana.

Aus tertiären Schichten werden 4 fossile Arten dieser Familie beschrieben.

581. (Fam. 110.) Musaceae. Ausdauernde Kräuter mit meist kurzen Stämmen und spiraligen oder 2zeiligen, einfachen, oft mehrere Meter langen Blättern mit langen Blattstielen und mächtig entwickelten Scheiden, die einander umschliessend den Stamm scheinbar sehr hoch werden lassen. P 3 + 3, corollinisch, meist sehr unregelmässig, das vordere Blatt gross, das hintere klein. A 3 + 3, die vorderen 5 in eine hinten offene Röhre verwachsen, das hintere 1 steril oder fehlend. Frucht eine Beere oder Kapsel. 25 Arten in den Tropen.

Die Früchte der in den tropischen und subtropischen Ländern cultivirten Musa sapientum L., M. paradisiaca L. u. a. A., Pisang, Banane, Paradiesfeige (Tropen der östlichen Halbkugel heimisch) werden gegessen, die Fasern von Musa textilis N. v. Es. (Molukken, Manilahanf) u. a. A. zu dauerhaften Gespinnsten verwebt. — 5 tertiäre Arten hierher gerechnet.

47. Ordnung. Gynandrae.

582. (Fam. 111.) Orchideae. Ausdauernde Kräuter oder Halbsträucher. theils Erdgewächse, theils Epiphyten mit Luftwurzeln, oder auch chlorophylllose Humusbewohner. Rhizom unserer einheimischen Arten oft knollenförmig, eiförmig oder handförmig getheilt, die eine Knolle den blühenden Stengel tragend, zur Blüthezeit schlaff, die andere straff, fest, als Seitenknospe aus der Axe entspringend, den nächstjährigen Blüthenstengel als Knospe auf ihrem Gipfel bergend. Corallorrhiza und Epipogon besitzen ein wurzelloses Rhizom. Blätter spiralig oder 2zeilig, einfach, ganzrandig, mit scheidiger Basis und ohne Stiel; bei den Humusbewohnern

nur schuppige Niederblätter vorhanden. B in Aehren oder Trauben, ↑ und ☿, meistens durch Drehung des Fruchtknotens die hintere (obere) Seite nach vorne (unten) gewendet. P 3 + 3, beide Kreise corollinisch, das hintere Blatt des inneren Kreises als Lippe (labellum) vergrössert, eigenthümlich gestaltet, oft gespornt und nach unten gerichtet. A typisch 3 + 3, doch meist nur das vordere Staubgefäss des äusseren Kreises, seltener (Cypripedium) die beiden vorderen des inneren Kreises fruchtbar, die anderen abortirt oder als rudimentäre Staminodien, die sammt den fruchtbaren Staubgefässen mit dem Griffel zu einem Säulchen (gynostemium) verwachsen. Staubbeutel 2fächerig, der Pollen (unserer Arten) in jedem Fache durch Viscin (§ 515) zu einem klebrigen Ballen (Pollinarium) verbunden, der sich nach unten stielartig verlängert und hier oft in eine Stieldrüse (retinaculum) anschwillt; diese liegt bei manchen Gattungen in einer Falte des sogenannten Beutelchens (bursicula), einer Anschwellung des oberen Narbenrandes, über der noch ein lappenartiger, sich leicht ablösender Fortsatz, das Schnäbelchen (rostellum) sitzt. G $\overline{(3)}$, 1fächerig, mit zahlreichen wandständigen Samenknospen. Narbe eine grubige Vertiefung unterhalb der Anthere auf der der Lippe zugewendeten Seite des Säulchens. Kapsel 1fächerig, die Klappen sich reifenartig von den stehenbleibenden Samenträgern ablösend, oben durch das Griffelsäulchen verbunden. Samen sehr klein, feilspanartig, mit weit abstehender netziger Samenschale, ohne Endosperm und mit rudimentärem Embryo, der einen rundlichen, ungegliederten Gewebekörper bildet (§ 534). 3000 Arten in den Tropen und gemässigten Zonen, in letzteren die Erdorchideen, in ersteren die epiphytischen Formen überwiegend.

583. Die deutschen Gattungen sind folgende:

I. **Nur ein fruchtbares Staubgefäss.**
- A. **Staubbeutel mit der Säule ganz verwachsen.**
  - 1. **Lippe gespornt.**
    - a. **Fruchtknoten gedreht.**
      - * **Fächer des Staubbeutels parallel laufend.**
        - α. **Staubbeutel am Grunde mit Beutelchen.**
          - ○ **Beutelchen 2fächerig; beide Pollenmassen isolirt: Orchis.**
          - ○○ **Beutelchen 1fächerig, Stiele der Pollenmasse auf gemeinschaftlichem Halter.**
            - † **Lippe flach ausgebreitet: Anacamptis.**
            - †† **Lippe spiralig gedreht, sehr lang: Himantoglossum.**
        - β. **Beutelchen fehlt: Gymnadenia.**
      - ** **Fächer des Staubbeutels am Grunde weit divergirend, durch eine Bucht des Schnäbelchens getrennt: Platanthera (mit Habenaria).**
    - b. **Fruchtknoten nicht gedreht: Nigritella.**
  - 2. **Lippe ungespornt.**
    - a. **Lippe flach, nicht zurückgebrochen.**
      - * **Beutelchen vorhanden.**
        - α. **2 getrennte Beutelchen, Pollenmassen daher getrennt.**
          - ○ **Perigonblätter abstehend: Ophrys.**
          - ○○ **Perigonblätter helmartig zusammengeneigt: Chamaeorchis.**
        - β. **Nur ein einfächeriges Beutelchen. Pollenmassen auf gemeinschaftlichem Halter: Aceras.**
      - ** **Beutelchen fehlend. Perigon glockig: Herminium.**
    - b. **Der mittlere Lappen der Lippe ist knieartig zurückgebrochen: Serapias.**
- B. **Staubbeutel ganz oder grösstentheils frei.**
  - 1. **Lippe gespornt. Chlorophyllos, mit Schuppenblättern.**
    - a. **Sporn aufgeblasen, aufrecht: Epipogon.**
    - b. **Sporn pfriemlich, absteigend: Limodorum.**
  - 2. **Lippe ungespornt.**

a. Staubbeutel nicht abfallend. Pollenmassen pulverig.
 * Lippe 2gliederig, gekniet.
  α. Fruchtknoten gedreht: Cephalanthera.
  β. Fruchtknoten nicht gedreht: Epipactis.
 ** Lippe ungegliedert.
  α. Fruchtknoten ungedreht, aber auf gedrehtem Stiele.
   ○ Pflanze nur mit schuppigen Niederblättern, chlorophylllos: Neottia.
   ○○ Pflanze mit 2 grossen grünen Blättern: Listera.
  β. Fruchtknoten gedreht, fast oder völlig sitzend.
   ○ Lippe am Grunde sackartig. Staubbeutel gestielt: Goodyera.
   ○○ Lippe am Grunde rinnig. Staubbeutel sitzend: Spiranthes.
b. Staubbeutel zuletzt deckelartig abfallend. Pollenmassen wachsartig. Blüthen klein, grünlich.
 * Säule nach vorne gekrümmt. 2 Pollenmassen.
  α. Säule ungeflügelt. Staubbeutel ohne Anhängsel. Chlorophyllose Pflanze mit schuppigen Niederblättern. Humusbewohner: Corallorrhiza.
  β. Säule oberwärts geflügelt. Staubbeutel oben mit häutigem Anhängsel. Grüne, mit 2 Laubblättern versehene Pflanze in Torfsümpfen: Liparis (Sturmia).
 ** Säule kurz, gerade. 4 Pollenmassen, in jedem Fache 2.
  α. Innere Perigonblätter eiförmig, die beiden Pollenmassen des Faches über einander liegend: Malaxis.
  β. Innere Perigonblätter borstenförmig. Pollenmassen jedes Faches neben einander liegend: Microstylis.

II. 2 fruchtbare, rechts und links am Säulchen stehende Staubgefässe und über der Narbe ein grosses Staminodium; Lippe aufgeblasen, schuhförmig: Cypripedium.

584. Officinell sind die Knollen einer Anzahl einheimischer Orchideen, namentlich von Orchis maculata L., O. militaris L., O. laxiflora Lam., O. ustulata L., O. coryophora L., Platanthera bifolia Rchb., Anacamptis pyramidalis Rich., Gymnadenia conopsea RBr. etc. (Tubera Salep — Bassorin, Arabin, Stärke); in Vorderasien wird Eulophia vera, in Ostindien Habenaria pectinata als Salep benutzt. — Vanille liefern Vanilla planifolia Andr. und V. aromatica (Mexico; im tropischen Amerika cultivirt) in ihren schotenförmigen Früchten (Fructus Vanillae — Hauptbestandtheil: Vanillin). — Zahlreiche Arten werden als Zier- und Modepflanzen in Gewächshäusern cultivirt.

585. (Fam. 112.) Apostasiaceae. Von den Orchideen wesentlich nur durch den 3fächerigen Fruchtknoten mit axilen Samenträgern, sowie dadurch verschieden, dass die 2—3 (vorderen) Staubgefässe nur am Grunde mit dem Griffel verwachsen, oben aber frei sind. 5 ostindische Arten.

586. (Fam. 113.) Burmanniaceae. B ✱. P 3 + 3, das äussere kelchartig, der innere Kreis kleiner und corollinisch, zuweilen ganz rudimentär. A 0 + 3. G $\overline{(3)}$, 3- oder 1fächerig, im letzteren Falle mit wandständigen Placenten. 40 Arten im tropischen Amerika und Asien.

II. Unterclasse. Dicotyledones.

587. Axe fast immer mit kreisförmig angeordneten, offenen Fibrovasalsträngen (§§ 85, 108, 109), die Holzgewächse mit Jahresringen und einer Holz und Bast scheidenden Cambiumlage. Blätter oft gestielt, meist netzaderig, häufig verzweigt. Blüthen in der Regel nach der Zahl 5 gebaut. Gewöhnlich ein als Kelch und Krone unterschiedener Kreis von Blüthenhüllen vorhanden. Die frühere Gruppe der Apetalae, ohne Gliederung von Kelch und Blumenkrone, oft mit nur einem Kreise von Perigonblättern, ist jetzt unter die übrigen Familien, freilich manchmal noch mit Zwang, vertheilt (in der folgenden Uebersicht der Familien wurde sie jedoch der Bequemlichkeit wegen noch beibehalten). Embryo fast immer mit 2 gegenüberstehenden Keimblättern, zwischen denen die Endknospe liegt; seltener

nur eines ausgebildet (§ 534), oder beide fehlend (Orobancheae und andere Parasiten). Keimblätter oft gestielt, bei der Keimung laubartig über den Boden tretend, oder unter der Erde und in der Samenschale bleibend. Wurzel des Embryo stets zu einer meist bleibenden Hauptwurzel sich verlängernd. Endosperm oft fehlend.

588. Die wichtigeren deutschen Familien lassen sich etwa folgendermaassen übersichtlich zusammenstellen.

I. Apetalae. Perigon einfach oder fehlend.

A. ♂, oft auch die ♀ B in Kätzchen.

1. B einhäusig.

a. ♂ und ♀ Kätzchen kugelig, an langen, hängenden Stielen: Plataneae.

b. ♂ und ♀ Kätzchen kurz, fast eiförmig. Perigon 4blätterig. 4 Staubgefässe: Moraceae.

c. ♂ und ♀ Kätzchen lang walzenförmig, unter jeder Schuppe der ♂ 3 Blüthen mit je 2—4 Staubgefässen, unter denen der ♀ 2—3 Fruchtknoten: Betulaceae.

d. Nur die ♂ B in reichblüthigen walzenförmigen Kätzchen.

* ♀ B zu 1—3 am Ende des Aestchens. Fruchtknoten 1fächerig, mit 1 Samenknospe. Frucht völlig nackt: Juglandeae.

* * ♀ B einzeln oder gehäuft oder lockerblüthige Aehren bildend. Fruchtknoten 3—6fächerig, jedes Fach mit 2 Samenknospen. Frucht am Grunde oder vollständig von einer Hülle (cupula) umwachsen: Cupuliferae.

2. B 2häusig.

a. Kätzchen kurz-walzenförmig. ♂ B ohne P, nur mit 4 Staubgefässen, ♀ mit 2—4 Schüppchen unter dem einfächerigen, mit einer Samenknospe versehenen Fruchtknoten: Myricaceae.

b. Kätzchen lang-walzenförmig. Beiderlei B mit einem aus Drüsen oder einer becherförmigen Hülle gebildeten rudimentären Perigon. ♂ mit 2—24 Staubgefässen, ♀ mit einem einfächerigen Fruchtknoten mit zahlreichen Samenknospen: Salicineae.

B. Blüthen nicht in Kätzchen.

1. Fruchtknoten unterständig. P oft rudimentär.

a. P rudimentär, das der ♀ B mit schwach gelapptem Saume. ♂ mit nur 1 Staubgefässe. Fruchtknoten 1fächerig, mit 1 Samenknospe. Wasserpflanzen mit quirlig gestellten, schmalen Blättern: Hippurideae.

b. P deutlich ausgebildet, oft gefärbt.

* Staubgefässe zu einer Walze verwachsen. Fruchtknoten 1fächerig, mit vielen Samenknospen auf wandständigen Placenten; Schmarotzer: Cytineae.

* * Staubgefässe frei oder mit dem Fruchtknoten verwachsen. Fruchtknoten durch falsche Scheidewände 6fächerig, mit zahlreichen Samenknospen: Aristolochieae.

* * * Staubgefässe frei. Fruchtknoten 1fächerig, mit 2—4 Samenknospen: Santalaceae.

2. Fruchtknoten oberständig.

a. Frucht in mehrere Früchtchen zerfallend oder in solche elastisch aufspringend.

* Fruchtknoten 4fächerig, 4samig, zuletzt in 4 einsamige Früchtchen zerfallend. 2 Griffel ungetheilt. Wasserpflanzen: Callitrichineae.

* * Fruchtknoten 3-, selten 2fächerig, mit eben so vielen oder je 2 Samenknospen, bei der Reife die Fächer sich von der centralen Axe elastisch ablösend. Griffel oder Narben getheilt: Euphorbiaceae.

b. Frucht nicht aufspringend oder zerfallend.

* Mit Nebenblättern.

α. Nebenblätter in eine den Stengel umschliessende Scheide verwachsen: Polygoneae.

β. Nebenblätter frei.

○ Staubgefässe 4—5, in der Knospe nach innen umgebogen. 1 Griffel. Samen mit Eiweiss, mit geradem Keim: Urticaceae.

○ ○ Staubgefässe 5, in der Knospe gerade. Narben 2. Same ohne Eiweiss, mit gebogenem oder spiraligem Keim: Cannabineae.

○ ○ ○ Staubgefässe 4—8. Griffel 2. Same ohne Eiweiss, mit geradem Keim: Ulmaceae.

* * Ohne Nebenblätter.

α. 1 Griffel mit 1 Narbe.

○ P röhrig, mit 4—5spaltigem Saume: Thymelaeaceae.

○ ○ P 2- oder 4—5spaltig. Fruchtknoten 1fächerig, mit 1 Samenknospe; Keimling gerade: Elaeagneae.

○ ○ ○ P meist trockenhäutig, 3—5blätterig. Staubgefässe 3—5. Fruchtknoten 1fächerig, 1— mehrsamig. Same eiweisshaltig. Keimling gekrümmt: Amarantaceae.

○ ○ ○ ○ P vielblätterig. Staubgefässe 12—16. Same eiweisslos. Keimling gerade. Wasserpflanzen: Ceratophylleae.

β. 2 Griffel. P 4—5spaltig. Staubgefässe 8—10. Fruchtknoten 1fächerig, 2samig: Sclerantheae.

γ. Griffel 2—4spaltig oder 2—4 Narben. Fruchtknoten 1fächerig, mit 1 Samenknospe: Chenopodiaceae.

589. **II. Gamopetalae.** Mit Kelch und einblätteriger Blumenkrone.

A. Fruchtknoten unterständig.

1. Staubgefässe auf dem Gipfel des Fruchtknotens eingefügt.

a. Blüthe regelmässig.

* Blüthen eingeschlechtlich. Krone und Kelch abfallend. Samenträger wandständig: Cucurbitaceae.

* * B zwitterig. Samenträger central.

α. Blüthe abfallend. Staubgefässe 8—10. Beere: Vaccinieae.

β. B nicht abfallend. Staubgefässe meist 5. Kapsel: Campanulaceae.

b. Blumenkrone zygomorph, sonst wie Campanulaceae: Lobeliaceae.

2. Staubgefässe in der Röhre der Blumenkrone oder zwischen den Zipfeln des Saumes eingefügt.

a. Fruchtknoten mit 2— mehr Samenknospen.

* Blumenkrone meist 4gliederig. Staubgefässe 4—5. Griffel 2. Blätter quirlig: Rubiaceae.

* * Blumenkrone meist 5gliederig. Staubgefässe 5. Griffel 1 oder 3 Narben. Blätter gegenständig: Caprifoliaceae.

b. Fruchtknoten mit einer Samenknospe.

* Fruchtknoten 3fächerig, 2 Fächer leer, das dritte mit 1 Samenknospe: Valerianeae.

* * Fruchtknoten 1fächerig.

α. Staubgefässe frei.

○ Blüthen zwitterig: Dipsaceae.

○ ○ B eingeschlechtlich: Ambrosiaceae.

β. Die 5 Staubgefässe mit den Antheren zu einer Röhre verklebt („verwachsen“): Compositae.

B. Fruchtknoten oberständig.

1. Fruchtknoten 1fächerig.

a. Fruchtknoten mit 1 Samenknospe.

* Staubgefässe 5, dem Fruchtboden oder der Basis der Blumenkrone eingefügt. 5 Griffel oder Narben: Plumbagineae.

* * Staubgefässe 4, ganz oben der Blumenröhre eingefügt. 1 Griffel mit einfacher Narbe: Globulariaceae.

b. Fruchtknoten mit mehreren Samenknospen auf freier, axiler Placenta.

* Blüthen regelmässig.

α. Blumenkrone trockenhäutig, 4spaltig. 4 Staubgefässe. Placenta 2—4flügelig: Plantagineae.

β. Blumenkrone normal, 4—5spaltig, mit 4—5 Staubgefässen. Placenta walzenförmig: Primulaceae.

* * Blüthen zygomorph, 2 lippig, mit 2 Staubgefässen: Lentibulariaceae.

c. Fruchtknoten mit zahlreichen Samenknospen auf wandständigen Placenten, selten halb oder ganz 2fächerig: Gentianeae.

2. Fruchtknoten 1fächerig mit wandständigen, oder 2fächerig mit mittelständigen, der Scheidewand ansitzenden Samenträgern. Staubgefässe 2, oder 4 zweimächtige. Blüthe zygomorph oder ungleich. (Manchmal ein fünftes kleineres Staubgefäss.)

* Fruchtknoten 1fächerig, mit wandständigen Samenträgern. Chlorophylllose Schmarotzer mit schuppigen Niederblättern: Orobancheae.

* * Fruchtknoten 2fächerig.

α. Frucht eine 2fächerige Kapsel.

○ Samen eiweisshaltig: Scrophulariaceae.

○ ○ Samen eiweisslos: Acanthaceae.

β. 2—4fächerige Steinfrucht, oft in 2—4 Früchtchen zerfallend: Verbenaceae.

3. Fruchtknoten 2fächerig, mit 1 oder 2 Samenknospen in jedem Fache.

* Blüthe zygomorph, die äusseren Kelchblätter flügelartig, die 8 Staubgefässe unter sich und mit der Blumenkrone verwachsen: Polygaleae.

* * B regelmässig. 2 Staubgefässe.

α. Blumenkrone 5—8lappig. Fruchtknotenfächer mit einer aufrechten Samenknospe: Jasmineae.

β. B. 4spaltig, 4blätterig oder fehlend. Fruchtknotenfächer mit je 2 hängenden Samenknospen: Oleaceae.

4. Fruchtknoten scheinbar 4fächerig, die Fächer durch eine tiefe Grube getrennt, aus deren Grunde der Griffel entspringt. Fruchtknoten in 4 Nüsschen zerfallend.

* Staubgefässe 5. Blüthe ganz oder fast regelmässig: Boragineae.

* * Staubgefässe 4 zweimächtige oder 2; Blumenkrone zygomorph, 2lippig: Labiatae.

5. Fruchtknoten 2— vielfächerig, mit mittelständigen Samenträgern. Oder 2 Fruchtknoten, die mit den Narben verwachsen sind.

* B 4-, seltener 5theilig, in der Knospe dachig; unterweibige Scheibe fehlt. Fruchtknoten 2—6fächerig, das Fach mit 1 hängenden Samenknospe. Steinfrucht: Aquifoliaceae.

* * B 5lappig, in der Knospe gedreht. 5 Staubgefässe. Fruchtknoten auf unterweibiger Scheibe, 2—4fächerig, jedes Fach mit 1 oder 2 aufrechten Samenknospen. Kapsel. Keimling gekrümmt: Convolvulaceae. (Cuscuteae, chlorophylllose Schmarotzer.)

* * * B 5lappig, in der Knospe gedreht. Staubgefässe 5. Fruchtknoten mit unterständiger Scheibe, 3fächerig, Fächer mit mehreren Samenknospen. Kapsel. Keimling gerade: Polemoniaceae.

* * * * B 5lappig, in der Knospe gefaltet, seltener gedreht oder dachig. Staubgefässe 5. Frucht eine 2—4fächerige, vielsamige Kapsel oder Beere. Keimling meist gekrümmt: Solanaceae.

* * * * * B 4—5spaltig, in der Knospe dachig. Staubgefässe so viele oder meist doppelt so viele als Blumenkronenabschnitte, vor einer unterweibigen gekerbten Scheibe oder vor Drüsen auf dem Fruchtboden eingefügt. Fächer der Kapsel so viele als Kronenzipfel, meist mehrsamig: Ericaceae.

* * * * * * Staubgefässe frei, mit einzelnen oder zu vieren verbundenen Pollenkörnern. Fruchtblätter unten oft getrennt und dann oben durch die breite Narbe verbunden: Apocyneae.

* * * * * * * Staubgefässe verwachsen, auf dem Rücken mit Anhängseln, ihr Pollen wie bei den Orchideen zu Pollinarien verklebt. 2 Fruchtknoten und Griffel mit gemeinsamer 5eckiger Narbe: Asclepiadeae.

590. **III Choripetalae** (Eleutheropetalae). Mit Kelch und mehrblätteriger Blumenkrone.

A. Blüthentheile, vorzüglich die Fruchtknoten, spiralig.

1. Fruchtknoten einfächerig. Landpflanzen: Ranunculaceae.

2. Fruchtknoten vielkammerig. Wasserpflanzen: Nymphaeaceae.

B. Blüthentheile in Wirteln.

1. Blüthen unterständig.

a. Staubgefässe vollständig frei.

* Staubbeutel mit Klappen aufspringend: Berberideae.

* * Staubbeutel mit Spalten aufspringend.

○ Kelch 2blätterig. Krone 4blätterig: Papaveraceae.

○ ○ Kelch und Krone 4blätterig. 6 Staubgefässe, von denen die inneren 4 länger: Cruciferae.

o o o Blüthenhüllen 5gliederig, seltener 4- oder 3gliederig.

α. Blüthen zygomorph.

† Staubgefäse 5. Fruchtknoten geschlossen. Kapsel 3klappig. Violaceae.

† † Staubgefässe 12 — ∞. Fruchtknoten oben offen: Resedaceae.

β. Blüthen regelmässig.

† Staubgefässe ∞. Griffel und Narbe 1: Cistineae.

† † Staubgefässe 4—10. Narben 3. Samen mit Haarschopf: Tamariscineae.

† † † Staubgefässe 5 oder mehr. Griffel 3—5. Samenträger wandständig. Samen ohne Haarschopf: Droseraceae.

† † † † Staubgefässe meist 10. Fruchtknoten 1fächerig, mit centralem Samenträger: Caryophylleae.

b. Staubgefässe mit den Filamenten mehr oder weniger verwachsen.

* Blüthe zygomorph.

o Staubgefässe 5, Staubfäden oben verwachsen, unten zuletzt abreissend und auf der Narbe hängen bleibend: Balsamineae.

o o Staubgefässe 4, Staubfäden mit den unteren Theilen verwachsen, stehen bleibend: Fumariaceae.

* * B regelmässig.

o Kapselfrüchte.

α. Staubfäden in mehrere Bündel vereinigt: Hypericineae.

β. Staubfäden an der Basis ringförmig vereinigt.

† Wasserpflanzen mit gegenständigen Blättern und sehr kleinen, achselständigen, 3—5gliederigen Blüthen: Elatineae.

† † Landpflanzen mit 4zähligen, kleeartigen Blättern und 5gliederigen Blüthen: Oxalideae.

† † † Landpflanzen mit einfachen, ganzrandigen Blättern und 5gliederigen Blüthen: Lineae.

o o Schliessfrüchte. Staubfäden fast frei oder in 5 Bündel verwachsen: Tiliaceae.

o o o Spaltfrüchte.

α. Spaltfrucht 2theilig, 2flügelig: Acerineae.

β. 5 Fruchtfächer sich mit bogig oder spiralig einrollenden Griffeln von einer Mittelsäule ablösend: Geraniaceae.

γ. Zahlreiche Früchtchen (bei unseren einheimischen Arten) zu einem scheibenförmigen, vielfächerigen Fruchtknoten verbunden und zu Spaltfrüchtchen auseinander fallend: Malvaceae.

2. Staubblätter, sowie Krone und Kelch stehen auf einer scheibenartigen oder krugförmigen Erweiterung der Blüthenaxe oder sind der Kelchröhre eingefügt.

a. Fruchtknoten einzeln.

* Fruchtknoten aus mehr als einem Carpellblatte gebildet. Meist nur 5—7 Staubgefässe oder weniger.

o Blüthen zygomorph. 7 Staubgefässe: Hippocastaneae.

o o B regelmässig mit Ausnahme von ε 4—5gliederig.

α. Fruchtfächer bis auf eines fehlschlagend: Anacardiaceae.

β. Kapsel mehrfächerig: Celastrineae.

γ. Steinfrucht mit 1—5 einsamigen Steinen: Rhamneae.

δ. Beere: Vitaceae.

ε. Kapsel 1fächerig, vielsamig. Staubgefässe 6—12. Kelch 6zähnig, 6 Blumenblätter: Lythrarieae.

* * Fruchtknoten aus einem Carpellblatte gebildet.

o Blüthen regelmässig. Steinfrucht 1samig: Amygdaleae.

o o B zygomorph, schmetterlingsförmig. Hülse meistens mehrsamig: Papilionaceae.

b. Fruchtknoten 2 oder mehr, selten einzeln. Staubgefässe meist zahlreich.

* Fruchtknoten meist zahlreich, frei: Rosaceae.

* * Fruchtknoten 2—5, mit der fleischig werdenden Blüthenaxe und unter sich zur Apfelfrucht verwachsend: Pomaceae.

* * * Fruchtknoten 3—5 oder mehr, kreisförmig gestellt; Balgkapseln. Fettpflanzen: Crassulaceae.

3. Blüthen oberständig (Fruchtknoten unterständig).
 a. Fruchtknoten halb unterständig. Fruchtblätter 2—5, mehr oder weniger mit einander verwachsen: Saxifragaceae.
 b. Fruchtknoten völlig unterständig.
  * Blüthen ☿.
   o Blüthen 4zählig.
    α. Kapselfrucht: Onagrarieae.
    β. Steinfrucht: Cornaceae.
   o o Blüthen 5zählig.
    α. Saftige Beere mit wandständigen Samenträgern. Fruchtknoten einfächerig: Ribesiaceae.
    β. Mehrfächerige Beere. Fruchtknoten mehrfächerig (bei unserer Art 5—10-fäch.): Araliaceae.
    γ. Spaltfrüchte. Fruchtknoten 2fächerig: Umbelliferae.
  * * Blüthen (bei unserer Art) 2häusig. Chlorophyllhaltige Parasiten auf Bäumen: Loranthaceae.

I. Abtheilung. Gamopetalae.

48. Ordnung. Tubiflorae.

591. Blätter meist spiralig, ohne Nebenblätter. B ✶, oder wenn ↑, nicht median, fast immer ☿. K (5), [C (5), A 5], G $\underline{(2-5)}$. Staubfäden der Krone eingefügt, selten einer verkümmert. Fruchtknoten unten wenigstens mehrfächerig, Fächer meist mehrsamig. Samenknospe anatrop. Endosperm selten fehlend.

592. (Fam. 114.) Convolvulaceae. Kräuter mit meistens und dann links windendem Stengel, seltener Sträucher oder Bäume. Blätter meist einfach, ganz oder gelappt. B einzeln oder in Trugdolden oder Trauben, mit Deckblättern, die oft als Hüllkelch erscheinen. C meist längsfaltig, in der Knospe gedreht. Staubbeutel nach dem Verstäuben oft spiralig gedreht. G von einer unterständigen Scheibe umgeben, 2—4fächerig, selten 1fächerig, die Carpellblätter median, jedes Fach mit 1—2 Samenknospen. 1 Griffel, selten 2. Samenleisten der Scheidewand nicht verdickt. Kapseln meist an den Scheidewänden, seltener unregelmässig oder gar nicht aufspringend. Eiweiss spärlich, schleimig. Keimling gekrümmt. 800 Arten der heissen und gemässigten Klimate.

I. Convolvuleae. Chlorophyllhaltige Pflanzen.

In Deutschland nur Convolvulus; C. arvensis L. als Ackerunkraut manchmal schädlich. C. tricolor L., Zierpflanze aus Südeuropa. Arten der Gattung Pharbitis in Gärten cultivirt. Officinell die Wurzelknollen von Ipomoea Purga Wender. und vielleicht einigen anderen Arten Mexikos (Radix Jalapae — Harz, das Convolvulin enthaltend; kratzender Extractivstoff etc.), ferner die Wurzel von Convolvulus Scammonium L., Kleinasien (Radix Scammoniae — Harz mit Scammonin) und daraus oft auch das Gummiharz als Scammonium in den Handel kommend. In den Tropen die in Südamerika heimische Batate (süsse Kartoffel), Batatas edulis Choisy (Convolvulus Batatas L.) der grossen, stärkereichen Wurzelknollen wegen als wichtiges Nahrungsmittel gebaut.

II. Cuscuteae. Chlorophylllose Stengelschmarotzer mit fädigen Stengeln, die sich durch Haustorien befestigen, und kleinen geknäuelten Blüthen.

Cuscuta europaea L. gemein auf verschiedenen Pflanzen. C. Epilinum Weihe auf Flachs, C. Epithymum L. auf Klee oft sehr schädlich.

Aus der Familie werden 2 Gattungen mit 3 Arten im Tertiär beobachtet.

593. (Fam. 115.) Polemoniaceae. Kräuter, die bisweilen winden oder klimmen. Fruchtknoten 3fächerig, mit ungetheiltem Griffel, in jedem Fache eine aufrechte oder mehrere aufsteigende, anatrope Samenknospen

dem inneren Winkel angefügt. Kapsel fachspaltig, die Samenleisten als 3flügeliges Säulchen bleibend. Eiweiss fleischig, mit geradem Keimling. 120 Arten in den gemässigten Klimaten, besonders in Nordamerika.

Polemonium caeruleum L. wild und wie Arten der Gattung Phlox als Zierpflanze cultivirt. Cobaea scandens Cav., windenartige Zierpflanze in Glashäusern.

594. (Fam. 116.) Hydrophyllaceae. Kräuter mit fieder- oder handtheiligen, seltener einfachen Blättern. Blüthenstände sind Wickel, oft auch schneckenförmig eingerollt. Fruchtknoten 1fächerig, mit 2spaltigem Griffel und wandständigen Samenträgern. Keimling gerade. Die Unterfamilie der Hydrocoleaceae mit 2fächerigem Fruchtknoten mit centralen Samenleisten, 2 Griffeln und zahlreichen Samenknospen. 80 Arten der warmen und gemässigten Zonen, vorzüglich in Amerika.

595. (Fam. 117.) Asperifoliae (Boragineae). Kräuter, selten Halbsträucher, häufig von Borstenhaaren rauh, seltener kahl. B in Wickeln, die vor der Entfaltung schneckenförmig eingerollt sind. Abschnitte der C, welche häufig mit den Lappen abwechselnde hohle Einstülpungen (Schlundschuppen, fornices) zeigt, in der Knospe dachziegelig. Fruchtblätter 2, median; durch Einschnürung der 2fächerige Fruchtknoten in 4 Klausen getheilt, zwischen denen der Griffel aus dem Grunde der grubigen Vertiefung entspringt; seltener steht er auf der Spitze der Klausen. Jede Klause mit 1 hängenden, anatropen Samenknospe, sich von den anderen bei der Fruchtreife als Nüsschen trennend. Same meistens ohne Endosperm, mit geradem Embryo. 1200 Arten in den gemässigten Zonen und Tropen.

I. Ehretioideae. Griffel endständig.

Heliotropium europaeum L. einheimisch, H. peruvianum L. (Peru) beliebte Topfpflanze mit vanilleartig riechenden Blüthen.

II. Boraginoideae. Griffel grundständig.

A. Klausen innen an den Träger des bleibenden Griffels (Mittelsäule) angewachsen.
  1. Kelch nach der Blüthezeit vergrössert, zusammengedrückt, 2klappig. Klausen ohne Stacheln: Asperugo.
  2. Kelch nicht zusammengedrückt.
    a. Klausen mit widerhakigen Stacheln, aussen nicht vertieft.
      * Blumenkrone stieltellerförmig, hellblau. Klausen mit der ganzen Innenseite der Mittelsäule angewachsen, mit hervorragendem, stacheligem Rande: Lappula.
      * * Blumenkrone trichterförmig, braun. Klausen nur oben mit der Mittelsäule verwachsen, auf der ganzen Aussenfläche stachelig: Cynoglossum.
    b. Klausen ohne Stacheln, aussen vertieft, mit eingebogenem, häutigem Rande: Omphalodes.

B. Klausen der unterweibigen Scheibe eingefügt. Griffel frei.
  1. Die 2 Klausen jedes Fruchtblattes zu einer 2fächerigen Theilfrucht verwachsen. Blumenkrone ohne Schlundschuppen: Cerinthe.
  2. Klausen getrennt.
    a. Klausen am Grunde ausgehöhlt.
      * Staubfäden unter der Spitze mit länglichem Anhängsel: Borago.
      * * Staubfäden ohne Anhängsel.
        α. Krone trichter- oder tellerförmig. Schlundschuppen behaart.
          0 Schlundschuppen den Schlund der Krone schliessend: Anchusa (mit Lycopsis).
          0 0 Krone offen: Nonnea.
        β. Krone röhrig-glockig. Schlundschuppen drüsig-gezähnelt: Symphytum.
    b. Klausen am Grunde flach oder gewölbt.
      * Schlund der Blumenkrone offen.
        α. Saum der Krone unregelmässig: Echium.
        β. Saum regelmässig.

o Krone walzlich-glockig: Onosma.
o o Krone trichter- oder tellerförmig.
† Ohne Schlundschuppen, dafür 5 Haarbüschel: Pulmonaria.
† † Mit kleinen Schlundschuppen oder vorspringenden Falten: Lithospermum.
* * Schlund durch kahle Schuppen geschlossen.
α. Klausen unberandet: Myosotis.
β. Klausen von einem vorspringenden Rande umgeben: Eritrichium.

Officinell: Wurzel von Alkanna tinctoria Tausch (Südosteuropa), auch technisch verwendet (Radix Alkannae — Alkannin, ein harziger Farbstoff). Borago officinalis L., Borretsch, Südosteuropa, wird als Gemüsepflanze gebaut. — 5 Arten der Gattungen Boraginites und Heliotropites im Tertiär.

596. (Fam. 118.) Solanaceae. Kräuter, seltener Sträucher oder Bäume. Fruchtblätter 2, schief nach vorne und hinten. Fruchtknoten 2fächerig, die Fächer vielsamig, mit dicken, an der Scheidewand stehenden Placenten, von denen zuweilen im unteren Theile noch falsche Scheidewände entspringen und die Frucht halb-4fächerig machen. Samen meistens nierenförmig. Endosperm reichlich und fleischig. Keimling meistens gekrümmt. — Kelch meist bleibend, häufig sich nach der Blüthezeit vergrössernd und die Frucht einschliessend. Die meisten Arten narkotisch-giftig. 1800 Arten der heissen und gemässigten Zonen.

I. Curvembryae. Keimling mehr oder weniger gekrümmt.

A. Kapselfrucht.
1. Kapsel der Länge nach aufspringend.
a. Der grösste Theil des Kelches von dem ringförmig bleibenden Grunde abfallend. Kapsel im Grunde durch eine falsche Wand 4fächerig, nicht ganz bis zum Grunde 4klappig: Datura.
b. Kelch bleibend. Kapsel 2fächerig, 2klappig, die Klappen 2spaltig: Nicotiana.
2. Kapsel mit einem oberen, deckelförmigen Stücke quer aufspringend: Hyoscyamus.
B. Beerenfrucht.
1. Staubbeutel zusammenneigend.
a. Antherenfächer sich mit einem Loche auf der Spitze öffnend: Solanum.
b. Antherenfächer mit Längsspalten aufspringend. Kelch nach der Blüthe sehr vergrössert, blasig, roth, die Beere einschliessend: Physalis.
2. Staubbeutel nicht zusammenneigend.
a. Kelch krugförmig, 5zähnig oder 2lippig. Krone trichterförmig: Lycium.
b. Kelch 5theilig. Krone glockig: Atropa.

II. Rectembryae. Embryo gerade (Cestrum).

597. Wichtigere Arten sind folgende:

Nicotiana Tabacum L., N. macrophylla Spr., N. rustica L., Amerika, wichtige Culturpflanzen, deren Blätter als Tabak benutzt. Officinell sind die Blätter (Herba Nicotianae — Nicotin, Nicotianin) von N. Tabacum L. Arten der Gattung Petunia, sowie Nicandra physaloides (Südamerika) als Gartenzierpflanzen. Datura Stramonium L., Stechapfel, Orient; officinell sind die Blätter (Herba Stramonii — Daturin) und Samen (Semen Stramonii — Daturin, Stramonin, fettes Oel). Hyoscyamus niger L., Bilsenkraut, einheimisch, die Blätter und Samen officin. (Herba et Semen Hyoscyami — Hyoscyamin). Capsicum longum DC., C. annuum u. a. A. (Südamerika) der Früchte wegen cultivirt, welche den spanichen Pfeffer (Paprika) liefern. Solanum tuberosum L., Kartoffel (Peru und Chile), der stärckereichen Knollen wegen eine der wichtigsten Nährpflanzen. Von S. Dulcamara L. sind die Stengel officin. (Stipites Dulcamarae — Dulcamarin, Solanin, Picroglycion). Lycopersicum esculentum Mill., Liebesapfel, Tomate (Südamerika), wird der essbaren Früchte wegen, besonders in Südeuropa, gebaut. Atropa Belladonna L., Tollkirsche; die Wurzel (Radix Belladonnae — Atropin, Atropasäure) und Blätter (Herba B. — Atropin) sind officinell. Lycium europaeum L. und L. barbarum L. als Ziersträucher und verwildert. — Von Solaneen wird eine Art (Solanites) aus dem Tertiär beschrieben.

49. Ordnung. Labiatiflorae.

598. B ☿, ↑. K (5), [C (5), A 5], G (2). C 2lippig, die Oberlippe 2-, oder durch „Verwachsung“ 1lappig, die Unterlippe 3lappig. A meist durch Abort des hinteren Gliedes nur 4 und diese didynamisch, die beiden (mittleren) seitlichen kürzer als die beiden vorderen; zuweilen auch die 2 vorderen steril oder fehlend. Carpelle median. Griffel ungetheilt. Blätter ohne Nebenblätter.

599. (Fam. 119.) Labiatae. Einjährige oder ausdauernde Kräuter, selten Halbsträucher, mit 4kantigem Stengel und meist kreuzweis-gegenständigen Blättern. Blüthen in achselständigen Trugdolden (Halbquirlen), oft ähren- oder rispenförmig geordnet, selten einzeln. K glockig oder röhrig, meist 5zähnig, manchmal mit Zwischenzähnen, oft 2lippig. C 2lippig, Oberlippe oft helmartig, zuweilen den 3 Lappen der Unterlippe fast gleich. A 4, didynamisch, die kürzeren oft verkümmert. Fruchtknoten wie bei den Asperifolieen in 4 Klausen getheilt, die als 4 Nüsschen auseinanderfallen; der Griffel im Grunde zwischen denselben entspringend. Samenknospe aufrecht, anatrop. Endosperm spärlich. Keimling gerade. 2500 Arten in gemässigten und warmen Zonen.

600. Deutsche Gattungen sind:

A. 2 Staubgefässe.
  1. Blumenkrone 4spaltig, kaum länger als Kelch: Lycopus.
  2. B 2lippig, viel länger als Kelch.
    a. Kelch 2lippig. Mittelband der Staubgefässe fadenförmig, gebogen, der obere Schenkel meist allein fruchtbar: Salvia.
    b. Kelch 2lippig. Staubfaden mit einem rückwärts gerichteten Zahne. Mittelband normal: Rosmarinus.

B. 4 Staubgefässe.
  1. Staubbeutel mit 2 Klappen aufspringend, die innere Klappe kürzer: Galeopsis.
  2. Staubbeutel mit Längsspalten aufspringend.
    a. Staubgefässe abwärts gebogen, die unteren länger.
      * Kelch 2lippig, die Unterlippe 4spaltig. Oberlippe der Blumenkrone 4spaltig: Ocimum.
      * * Kelch 5zähnig. Oberlippe der Krone 2-, Unterlippe 3lappig: Lavandula.
    b. Staubgefässe gerade vorgestreckt oder aufsteigend.
      * Staubbeutelhälften gleichlaufend oder spreizend.
        α. Röhre der Blumenkrone inwendig mit Haarring.
          ⁰ Griffel und Staubgefässe eingeschlossen.
            † Nüsse an der flachen, 3eckigen Spitze abgestutzt: Marrubium.
            † † Nüsse an der Spitze abgerundet: Sideritis.
          ⁰ ⁰ Griffel aus dem Schlunde der Blüthe vorragend.
            † Staubgefässe sich von einander entfernend, unter der Oberlippe bogig zusammenneigend: Horminum.
            † † Staubgefässe genähert, unter der Oberlippe parallel laufend.
              × Kelch 2lippig.
                ! Der fruchttragende Kelch geschlossen: Prunella.
                ! ! Kelch offen: Prasium.
              × × Kelch 5zähnig.
                — Oberlippe der Krone klein, flach: Ajuga.
                = Oberlippe gewölbt oder concav.
                  § Nüsse 3kantig, oben gestutzt.
                    ⋎ Lappen der Unterlippe spitz.
                      ? Seitenlappen zahnförmig oder fehlend: Lamium.
                      ? ? Seitenlappen nur etwas kleiner als Mittellappen: Galeobdolon.
                    ⋎ ⋎ Lappen der Unterlippe stumpf.
                      ? Staubgefässe an der Basis mit Anhängsel: Phlomis.

? ? Staubgefässe ohne Anhängsel: Leonurus.
§ § Nüsse oben abgerundet, verkehrt eiförmig.
ℽ Kelch glockenförmig, 5- oder 10nervig: Stachys.
ℽ ℽ Kelch trichterförmig, 10nervig, die Nerven vorspringend, die Zähne gekielt-gefaltet: Ballota.
β. Blumenröhre ohne Haarring, kahl.
0 Staubgefässe genähert, gleichlaufend.
† Oberlippe der Krone flach.
× Unterlippe der Krone sehr concav. Staubbeutel nicht in ein Kreuz gestellt: Nepeta.
× × Unterlippe flach. Staubbeutel in ein Kreuz gestellt.
— Kelch walzlich, 5zähnig: Glechoma.
= Kelch glockig, 5lappig: Melittis.
† † Oberlippe concav oder gewölbt.
× Kelch 2lippig.
— Kelchlippen ganz: Scutellaria.
= Kelchlippen gezähnt: Dracocephalum.
× × Kelch 5zähnig.
— Nüsse abgerundet: Betonica.
= Nüsse dreieckig abgestutzt: Chaiturus.
0 0 Staubgefässe von einander entfernt, oberwärts auseinander tretend, gerade.
† Staubbeutelhälften parallel.
× Oberer Lappen der 4spaltigen Krone ungetheilt: Pulegium.
× × Oberer Lappen ausgerandet: Mentha.
† † Staubbeutelhälften spreizend.
× Krone fast gleich 4spaltig: Elsholtzia.
× × Krone 2lippig: Hyssopus.
0 0 0 Staubgefässe von einander entfernt, unter der Oberlippe bogig zusammenneigend: Melissa.
* * Staubbeutelhälften an ein dreieckiges Mittelband jederseits angewachsen.
α. Kelch vollkommen 2lippig.
0 Staubgefässe gerade, oberwärts auseinander tretend: Thymus.
0 0 Staubgefässe oberwärts bogig zusammenneigend.
† Unter den Blüthenquirlen eine aus borstenförmigen Deckblättern gebildete Hülle: Clinopodium.
† † Hülle fehlt: Calamintha.
β. Kelch undeutlich 2lippig, 13—15rillig: Micromeria.
γ. Kelch 5zähnig.
0 Staubgefässe oben bogig zusammenneigend: Satureja.
0 0 Staubgefässe gerade, oben auseinander tretend: Origanum.

601. Die Labiaten sind grösstentheils reich an ätherischen Oelen und finden daher auch vielfache Verwendung. Die wichtigsten Arten in dieser Beziehung sind: Mentha aquatica L. var. crispa, Krausemünze, M. piperita L., Pfeffermünze (England); Rosmarinus officinalis L. (Südeuropa); Salvia officinalis L., Salbei (Südeuropa); Origanum Majorana L., Mairan, Majoran (Orient, Nordafrika); Thymus vulgaris L., Gartenthymian (Südeuropa), Th. Serpyllum L., Quendel; Melissa officinalis L., Melisse (Südeuropa); Galeopsis ochroleuca L., Hohlzahn; von sämmtlichen die durch ätherisches Oel ausgezeichneten Blätter, ferner die ebenfalls ätherisches Oel enthaltenden Blüthen von Lavandula officinalis Chaix (L. vera DC. etc.) aus Südeuropa officinell. Die meisten der nicht einheimischen Arten werden daher auch im Grossen gebaut, besonders da ihr Oel auch in der Parfümerie Verwendung findet. Letzterer dient dann noch Pogostemon Patchouli Pell. aus Ostindien. Wichtigere Küchengewürze liefern Ocimum Basilicum L., Basilicum (Ostindien), Origanum Majorana L. (s. oben), Satureja hortensis L., Bohnenkraut (Südeuropa). Arten von Plectranthus und Coleus werden der dunkelroth gezeichneten Blätter wegen als Zierpflanzen cultivirt.

602. (Fam. 120.) Scrophulariaceae. Fruchtknoten 2fächerig (selten 1fächerig oder nur am Grunde 2fächerig), die Samenträger auf der Scheidewand, mit zahlreichen Samenknospen. Frucht fast stets eine 2klappige Kapsel. Samen endospermhaltig, mit geradem, nur selten gebogenem

Keim. Sonst wie die Labiaten. Das fünfte Staubgefäss manchmal ausgebildet, in anderen Fällen die mittleren (seitlichen) oder vorderen Staubgefässe fehlschlagend. 1900 Arten, gemässigte und heisse Zone.

I. Antirrhineae. Kronendeckung meist absteigend. Keine Wurzelparasiten.

A. Staubgefässe 2.
  1. Narbe ungetheilt.
    a. Kapsel herzförmig ausgerandet: Veronica.
    b. Kapsel zugespitzt: Paederota.
  2. Narbe 2lappig: Gratiola.
B. Staubgefässe 5: Verbascum.
C. Staubgefässe 4, didynamisch.
  1. Kapsel 1fächerig. Krone 2lippig: Lindernia.
  2. Kapsel nur am Grunde 2fächerig. Krone fast regelmässig 5spaltig: Limosella.
  3. Kapsel vollständig 2fächerig.
    a. Kapsel 2klappig oder durch Theilung der Klappen 4klappig.
      * Unterlippe mit höckerigem Gaumen, der den Schlund der Krone schliesst (maskirt): Linaria.
      * * Schlund der Krone offen.
        α. Krone fast kugelig, kurz 5lappig, 2lippig: Scrophularia.
        β. Krone cylindrisch, 2lippig: Anarrhinum.
        γ. Krone aus kurzer Röhre glockig oder röhrig-glockig, mit schiefem, kurzem, 4lappigem Saume: Digitalis.
    b. Kapsel an der Spitze mit Löchern aufspringend: Antirrhinum.

II. Rhinanthaceae. Kronendeckung meist aufsteigend. Chlorophyllhaltige oder chlorophylllose Wurzelparasiten.

I. Pflanze ohne Chlorophyll, mit schuppigen, gegenständigen Niederblättern. Unter dem Fruchtknoten eine halbmondförmige Drüse: Lathraea.
II. Pflanze mit Chlorophyll und normalen Blättern.
  A. Kelch 5zähnig (oder 2—5zähnig).
    1. Kelch röhrig. Oberlippe der Krone 2spaltig, Unterlippe 3spaltig, mit fast gleichen Zipfeln: Tozzia.
    2. Kelch röhrig oder aufgeblasen. Oberlippe helmförmig, zusammengedrückt, Unterlippe 3lappig: Pedicularis.
  B. Kelch 4zähnig oder -spaltig.
    1. Same glatt, flügellos oder von einem kreisrunden Flügel umzogen. Kelch aufgeblasen: Alectorolophus (Rhinanthus).
    2. Same glatt, flügellos. Kelch röhrig: Melampyrum.
    3. Same gerippt, Rippen flügellos: Euphrasia.
    4. Same auf der einen Seite 3flügelig, die Flügel quergestreift: Bartsia.

603. Officinell sind: Digitalis purpurea L., Fingerhut (Folia Digitalis — Digitalin, ferner Digitalium, Digitaleïn, Digitalsäure, Antirrhinsäure, Inosit); Gratiola officinalis L., Gottesgnadenkraut (Herba Gratiolae — Gratiolin und Gratiosolin); Linaria vulgaris L., Leinkraut (Herba Linariae — gelbe Farbstoffe: Anthoxanthin, Anthokirrin); die Blüthen von Verbascum Thapsus L. und V. thapsiforme Schrad., Wollkraut, Wollblumen (Flores Verbasci — Gummi, Zucker). Als Zierpflanzen werden in Gärten oft cultivirt: Arten von Pentastemon, Digitalis, Mimulus (M. luteus L., aus Amerika stammend, an Flussufern hie und da eingebürgert), Calceolaria (Pantoffelblume, Peru und Chile), Veronica (Ehrenpreis), Antirrhinum (Löwenmaul) etc. Als Zierbaum, der aber nur im Süden reichlich blüht, ist Paulownia imperialis Sieb. et Zucc. aus Japan beliebt. — Fossil im Tertiär 3 Gattungen mit 4 Arten, darunter 2 von Verbascum.

604. (Fam. 121.) Lentibulariaceae (Utricularieae). Ausdauernde Wasser- oder Sumpfpflanzen, von den Scrophulariaceen durch die allein entwickelten vorderen 2 Staubgefässe, sowie durch die freie, vielsamige Centralplacenta des 1fächerigen Fruchtknotens verschieden. Same ohne Eiweiss, mit geradem Keim. Durch Insektenfresserei in neuerer Zeit berüchtigt. 180 Arten in warmer und gemässigter Zone.

Utricularia: Kelch tief 2theilig, mit ungetheilten Abschnitten. Staubbeutel mit Längsspalte aufspringend. Kapsel unregelmässig zerreissend. Wasserpflanzen mit untergetauchten, vieltheiligen Blättern, an denen einzelne Zipfel zu rundlichen Schläuchen ausgebildet sind. Blüthen gelb. — Pinguicula: Kelch fast 2lippig-5spaltig. Staubbeutel quer aufspringend. Kapsel 2klappig. Auf Moorwiesen wachsende Pflanze mit drüsenhaarigen, ungetheilten Blättern in grundständiger Rosette und blauvioletten Blüthen.

605. (Fam. 122.) Gesneraceae. Einjährige oder ausdauernde Kräuter, selten Halbsträucher. Blätter gegenständig, quirlig oder spiralig. Kelch ober- oder unterständig, meist 5theilig. Staubgefässe 4 didynamische oder 2 unfruchtbar, manchmal auch ein fünftes als Staminodium. Fruchtknoten 1fächerig, mit wandständigen, vielsamigen Placenten. Frucht eine 2klappige Kapsel oder eine Beere. Eiweiss fehlend oder vorhanden. 500 Arten; heisse und gemässigte Zonen, meistens Amerikaner.

I. Gesnereae. Samen mit Endosperm.

Arten der Gattungen Achimenes, Columnea, Gloxinia etc., alle aus dem tropischen Amerika, sind beliebte Topfpflanzen.

II. Cyrtandreae. Endosperm fehlt.

Vorzüglich im tropischen Asien, auf Madagascar, am Cap und in Australien heimisch. Arten von Aeschinanthus häufig als Topfgewächse cultivirt.

III. Orobancheae. Wurzelparasiten ohne Chlorophyll, aber oft mit lebhaften Farben, mit kleinen, schuppigen Niederblättern. Samen sehr klein, mit Endosperm und sehr rudimentärem Embryo ohne Keimblätter.

Orobanche: Blüthen ohne Vorblätter. Kelch 2blätterig, die Hälften meist 2spaltig und unten öfterunter einander verbunden.

Phelipaea: Blüthen mit 2 Vorblättern. Kelch 4—5spaltig oder -zähnig.

Einzelne Arten werden auf Culturpflanzen oft sehr schädlich, so Phelipaea ramosa Mey. auf Hanf (Hanfwürger, Hanftod), seltener auf Tabak; Orobanche rubens Wallr. manchmal auf Medicago sativa (Luzerne).

606. (Fam. 123.) Bignoniaceae. Bäume oder Sträucher mit häufig windenden oder kletternden Stämmen (Lianen), die sich bei manchen Gattungen durch abnormen Holzbau auszeichnen (§ 113). Blüthen selten einzeln, meist in ansehnlichen Rispen. Blumenkrone glockig oder röhrig, mit unregelmässigem, gelapptem Saume. Oft das fünfte Staubgefäss als Staminodium, manchmal nur 2. Fruchtknoten 2fächerig oder durch geflügelte Scheidewand selten falsch-4fächerig. Kapsel oft schotenartig. Samen ohne Endosperm, meist stark plattgedrückt, mit auffallend geflügeltem Rande; der Flügel dünnhäutig, oft zerschlitzt. 700 Arten, fast nur in den Tropen.

Manche Arten werthvoll durch Nutzholz, so Jacaranda obtusifolia H. et B., Südamerika (Palisanderholz) und J. brasiliana Pers., Brasilien (Jacarandaholz). Bignonia-Arten oft mit ihren schlingenden Stämmen statt Tauwerk benutzt. Catalpa cordifolia Mnch., Trompetenbaum, aus Nordamerika, oft als Zierbaum angepflanzt. Tecoma radicans Juss., Amerika, oft in Gewächshäusern.

6 Arten, grösstentheils lebenden Gattungen angehörend (Bignonia, Catalpa etc.), sind im Tertiär unterschieden worden.

607. (Fam. 124.) Acanthaceae. Sträucher, Halbsträucher oder Kräuter mit einfachen oder fiedertheiligen Blättern und meist in Aehren oder Trauben stehenden Blüthen, von denen jede durch ein grösseres und 2 kleinere Hochblätter gestützt ist. Staubgefässe 4, didynamisch, oft noch ein Staminodium, selten nur 2. Fruchtknoten 2fächerig, mit zahlreichen Samenknospen oft auf pfriemen- oder hakenförmigen Vorsprüngen der der Scheidewand angehörenden Placenten. Kapsel 2klappig. Samen ohne Endosperm, mit geradem oder gekrümmtem Keimling. 1500 meist den Tropen angehörende Arten, vorzüglich in Südamerika und Indien.

Acanthus mollis L. (Südeuropa) wird häufig der schönen Blätter wegen, die den griechischen Bildhauern als Modelle zur Nachbildung an den Kapitälen der korinthischen Säulen dienten, cultivirt. In Glashäusern oft Goldfussia anisophylla Nees (Nepal), Thunbergia alata Hook. (Ostindien, Schlingpflanze), Arten von Aphelandra, Justicia, Eranthemum etc. als Zierpflanzen.

608. (Fam. 125.) Globulariaceae. Kleine Halbsträucher mit meist grundständigen, fast ganzrandigen, seltener eingeschnittenen, lederigen Blättern und in Köpfchen mit spiralig gestellten Deckblättern stehenden Blüthen. 4 etwas didynamische Staubgefässe mit 2fächerigen, mit gemeinsamer Längsspalte aufspringenden Antheren. 1fächeriger Fruchtknoten mit 1 hängenden Samenknospe und seitlichem Griffel. Same mit Eiweiss und geradem Keimling. 12 besonders den Mittelmeerländern angehörende Arten. Globularia.

Die kleinen Familien der Myoporineae (Fruchtknoten 2fächerig, jedes Fach 2samig) und Selaginoideae (Fruchtknoten 2fächerig, jedes Fach 1samig), erstere mit 60 Arten in Australasien, letztere mit 125 Arten am Cap heimisch, werden oft mit den Globulariaceen zu einer Familie vereinigt. — Ein Myoporum kommt im Tertiär vor.

609. (Fam. 126.) Verbenaceae. Sträucher oder Halbsträucher, seltener Bäume und Kräuter, mit gegenständigen oder wirteligen Blättern und rispigen oder trugdoldig-rispigen, seltener ähren- oder kopfförmigen Blüthenständen. Staubgefässe 4 didynamische oder 2. Fruchtknoten 1—2fächerig oder durch falsche Scheidewände 4fächerig, mit 4 aufrechten oder aufsteigenden, anatropen Samenknospen. Frucht meistens in 2 2samige oder 4 1samige Theilfrüchte zerfallend, wie bei den Labiaten, aber der Griffel an der Spitze der Klausen eingefügt. Same ohne Endosperm, mit geradem Keimling. 700 Arten; Tropen und gemässigte Zone.

Bei uns Verbena officinalis. V. chamaedrifolia Juss., V. incisa Hook. u. a. amerikanische Arten, sowie Arten der Gattung Lantana, sind beliebte Zierpflanzen. Tectona grandis L., grosser ostindischer Baum, liefert das als Schiffsbauholz berühmte Teakholz. — 2 tertiäre Arten.

610. (Fam. 127.) Plantagineae. Meist Kräuter mit bald verkürztem, bald verlängertem Stengel und gewöhnlich einfachen, oft grundständigen, spiralig gestellten Blättern. Blüthen in langen oder kopfförmigen Aehren mit Decklättern (Plantago), scheinbar regelmässig, meist ☿. K 4blätterig, mit 2 oft grösseren Blättern vorne und 2 hinten (nach Analogie von Veronica). C trockenhäutig, regelmässig 4theilig, der obere Lappen der Oberlippe entsprechend. 4 gleiche, vor den Kelchblättern stehende Staubgefässe, die in der Knospe einwärts gebogen sind. Fruchtknoten 1- oder 2fächerig, durch falsche Scheidewände zuweilen 4fächerig, 1—mehrsamig. Samenknospen anatrop. Griffel ungetheilt. Frucht nussartig oder eine quer aufspringende Kapsel. Der gerade Keimling in der Axe des fleischigen Eiweisses. 200 Arten der gemässigten Zone.

Plantago: B ☿. Kapsel quer aufspringend, mit 2 ein- bis mehrsamigen Fächern. Landpflanzen.

Littorella: B einhäusig. K der ♀ B meist 2—3blättrig. Frucht eine hartschalige, 1samige Nuss. Sumpf- oder Wasserpflanze mit lineal-pfriemenförmigen Blättern.

Officinell die Samen von Plantago Psyllium L., Südeuropa (Flohsamen, Semen Psyllii — Bassorin, § 30).

50. Ordnung. Diandrae.

(Ligustrinae.)

Holzgewächse mit gestielten Blättern ohne Nebenblätter. B ✱, ☿, ihr

Typus K (4 — ∞), [C (4 — ∞), A 2], G (2). Fruchtblätter 1 vorne und 1 hinten. Fruchtknoten 2fächerig. 1 ungetheilter Griffel.

611. (Fam. 128.) Oleaceae. Bäume oder Sträucher mit rispigen Blüthenständen. K 4zähnig oder 4theilig, selten fehlend. C 4spaltig oder tief 4theilig, selten fehlend, ihre Abschnitte in der Knospe klappig. Fruchtknotenfächer meist mit 2 hängenden, anatropen Samenknospen, von denen sich aber nur 1 ausbildet. Kapsel, Beere oder Steinfrucht. Keimling gerade, in der Axe des fleischigen oder hornigen Endosperms. 140 Arten, nördliche gemässigte und heisse Zone.

I. Oleoideae. Frucht eine Beere oder Steinfrucht.

Ligustrum: Beere. Phyllirea: Steinfrucht mit zerbrechlicher und Olea: Steinfrucht mit knöcherner Schale.

II. Fraxinoideae. Frucht eine Kapsel oder Flügelfrucht.

Syringa: C mit verlängerter Röhre und 4lappigem Saume. 2klappige Kapsel.

Fraxinus: Blüthen vielehig, ☿ und ♂. K und C oft fehlend, letztere tief 2—4theilig oder 2—4blättrig. 2fächerige Flügelfrucht.

Olea europaea L., Oelbaum, in Asien heimisch, in den Mittelmeerländern cultivirt, liefert durch Auspressen der Früchte das auch officinelle Olivenöl (Baumöl, Provenceröl). Fraxinus Ornus L., Mannaesche, Südeuropa, liefert Manna, die als an der Luft erstarrender Saft aus Einschnitten des Stammes ausfliesst (Bestandtheil: Mannazucker oder Mannit). F. excelsior L., Esche, Waldbaum mit gutem Holze. Syringa in mehreren Arten als Zierstrauch cultivirt, ebenso Ligustrum. — 31 Arten sind fossil bekannt, die meisten im Tertiär, davon 17 zu Fraxinus und 10 zu Olea gehörend.

612. (Fam 129.) Jasmineae. Sträucher, oft windend, selten Bäume. Blätter meist gefiedert. K und C meist 5 — ∞zählig, die Kronlappen in der Knospe dachig-gedreht. Samenknospen aufrecht. Kapsel oder Beere. Endosperm fehlend oder kaum angedeutet. 100 tropische, meist asiatische Arten.

Das ätherische Oel einiger Arten zu Parfümerien.

51. Ordnung. Contortae.

Blätter meist gegenständig, gewöhnlich ohne Nebenblätter. B ✶, ☿. K (4—5), [C (4—5), A 4—5], G (2). C mit in der Knospe meist rechts gedrehten Abschnitten. Fruchtblätter 1 vorne und 1 hinten.

613. (Fam. 130.) Gentianeae Kräuter mit gegenständigen, quirligen oder spiraligen, gewöhnlich ganzen Blättern ohne Nebenblätter. Staubbeutel öfter verklebt. Fruchtknoten manchmal gestielt, 1fächerig, seltener halb oder ganz 2fächerig. Placenten wandständig, mit zahlreichen anatropen Samenknospen. Griffel ungetheilt oder eine sitzende, 2spaltige Narbe. Same mit kleinem, geradem Keimling im Grunde des Endosperms. 500 über die ganze Erde verbreitete Arten.

I. Gentianoideae. Blätter gegenständig. Knospenlage der C gedreht. Samenschale häutig. Landpflanzen.

A. Kapsel 1fächerig. Narbe 2lappig.
- a. Krone cylindrisch-glockig, 4—5lappig, zwischen den Abschnitten oft mit Zwischenzähnen: Gentiana.
- b. Krone radförmig, 5lappig, jeder Abschnitt am Grunde mit 2 gewimperten Honiggruben: Swertia.
- c. Krone tellerförmig, 8spaltig, mit 8 Staubgefässen: Chlora.

B. Kapsel halb 2fächerig. Narbe einfach.
- a. Krone 5lappig, mit 5 Staubgefässen, deren Staubbeutel nach dem Verstäuben spiralig gedreht sind: Erythraea.
- b. Krone 4lappig, mit 4 Staubgefässen, deren Antheren nicht gedreht: Cicendia.

II. Menyantheae: Blätter abwechselnd. Knospenlage der C klappig. Samenschale holzig. Sumpf- oder Wasserpflanzen.

A. Krone trichterförmig, die Abschnitte am Rande innen bärtig. Sumpfpflanze mit 3zähligen Blättern: Menyanthes.

B. Krone radförmig, am Schlunde bärtig. Seerosenartige Wasserpflanze: Limnanthemum (Villarsia).

Officinell die Wurzel von Gentiana lutea L., Enzian, höhere Gebirge Deutschlands und Alpen (Radix Gentianae rubrae — Gentianin, Gentisin), oder statt dieser auch die von G. purpurea, punctata und pannonica; das Kraut von Erythraea Centaurium Pers., Tausendgüldenkraut (Herba Centaurii — Centaurin, Erythrocentaurin), sowie die Blätter von Menyanthes trifoliata L., Fieber- oder Bitterklee (Folia Trifolii fibrini — Menianthin). — 3 Arten von Menyanthes kommen in tertiären und quartären Schichten vor.

614. (Fam. 131.) Loganiaceae. Meist Bäume oder Sträucher mit Nebenblättern. Fruchtknoten 2fächerig oder durch Scheinwände 4fächerig, mit je 1—mehreren Samenknospen. Kapsel oder Beere. Same mit Endosperm. 200 tropische Arten, manche sehr giftig.

Officinell sind: die sehr giftigen Samen von Strychnos Nux vomica L., Krähenaugen, Brechnüsse, Ostindien (Semen Strychni — Strychnin, Brucin, Igasurin); die ebenfalls giftigen Samen von Ignatia amara L., Ignatiusbohnen (Philippinen) sind obsolet. Strychnos guyanensis (Südamerika) liefert im Safte der Rinde das furchtbare Pfeilgift (Curare, Urari) der Indianer; ähnlich wird S. Tieute auf Java verwendet. Eine Art der Gattung findet sich im Tertiär.

615. (Fam. 132.) Apocynaceae. Meist Stämme und Sträucher, selten Kräuter, mit gewöhnlich gegenständigen oder quirligen, einfachen, ganzrandigen Blättern ohne Nebenblätter. B in Trugdolden oder Doldentrauben, selten einzeln in der Blattachsel. K 5spaltig oder -theilig. C meist trichterförmig, in der Knospe gedreht. Staubgefässe kurz gestielt, unter einander frei, mit freien oder zu 4 verschmolzenen Pollenkörnern. Die 2 Fruchtblätter des Fruchtknotens meist nur oben durch Griffel und Narbe verbunden. Samenknospen ∞, anatrop. Frucht balgkapselartig, steinfrucht- oder beerenartig. Samen am Nabel oft mit Haarschopf. Das meist vorhandene knorpelige Endosperm den geraden Keimling einschliessend. 800 Arten, Tropenbewohner und in gemässigten Zonen, die meisten mit Milchsaft und sehr giftig.

In Deutschland nur Vinca, Immergrün, namentlich V. minor L. in Wäldern, auch in Gärten cultivirt. Häufige Zierpflanze ist Nerium Oleander L., Oleander (Mittelmeerländer). Durch besondere Giftigkeit des Milchsaftes sind Cerbera Thevetia (tropisches Amerika) und Tanghinia madagascariensis P. Th. (Madagascar) ausgezeichnet, dagegen liefert Tabernaemontana utilis Arn. (Südamerika) einen milden, trinkbaren Milchsaft und T. elastica Spr. (Sumatra) Kautschuk.

Aus dem Tertiär sind 43 Arten bekannt.

616. (Fam. 133.) Asclepiadeae. Sträucher oder Kräuter, häufig schlingend, einige von cactusartiger Gestalt (Stapelia). Blätter meist einfach, manchmal fleischig oder lederig, nebenblattlos. C in Form und Textur sehr verschieden, manchmal wachsartig (Hoya), ihre Abschnitte klappig oder meistens gedreht. 5 Staubgefässe, im Grunde der C eingefügt, mehr oder weniger verwachsen, auf dem Rücken mit blumenblattartigen, taschen- oder spornförmigen Anhängseln, ihr Pollen wie bei den meisten Orchideen zu grössern, gestielten, hängenden Ballen (Pollinarien) verklebt und die Pollinarien je zweier benachbarter Fächer zusammenhängend. Befruchtung durch Vermittelung von Insekten. Die 2 Fruchtblätter nur durch die grosse schildförmig-5eckige Narbe verbunden, unten völlig frei als einfächerige, vielsamige Fruchtknoten. Balgkapseln bei der Reife meist völlig von ein-

ander getrennt, die Samenleiste sich von der übrigen Wandung lösend. Same mit sparsamem Endosperm, mit einem Schopf von seidenartigen Haaren. — Giftiger Milchsaft fast stets vorhanden. 1000 Arten in Tropen und gemässigten Klimaten.

Bei uns nur Vincetoxicum officinale Mnch. (Cynanchum Vincetoxicum RBr.), aber Periploca graeca L. (Syrien) und Hoya carnosa RBr., Wachsblume (tropisches Asien), oft cultivirt. Die Samenhaare von Asclepias syriaca L., Seidenpflanze (Nordamerika) als Ausstopfematerial hie und da noch benutzt, als Gespinnstfaser aufgegeben. A. Acida Roxb. (Ostindien), die heilige Soma-Pflanze der Inder, besitzt einen angenehm säuerlichen Milchsaft. Ebenso enthält Gymnema lactiferum RBr. (Ceylon) einen trinkbaren Milchsaft (Kuhbaum von Ceylon). Marsdenia tenacissima W. et Arn. (Bengalen) liefert im Baste dauerhafte Gespinnstfasern. Die cactusähnlichen Stapelien besonders am Cap heimisch. — 5 tertiäre Arten in 3 Gattungen.

52. Ordnung. Aggregatae.

B ✱ oder ↑, gewöhnlich in Köpfchen, ihr Typus K (4—5), C (4—5), A 4—5, G $\overline{(2-5)}$. K oft rudimentär oder als Pappus entwickelt. A meist der C eingefügt.

617. (Fam. 134.) Rubiaceae. Holzgewächse oder Kräuter mit gegenständigen, ungetheilten, ganzrandigen Blättern mit Nebenblättern. B ✱. K blattartig oder oft nur als gezähnter, undeutlicher Saum auf dem Fruchtknoten. C 4—5spaltig, mit klappiger Knospenlage. G $\overline{(2)}$, 2fächerig, jedes Fach mit 1 oder mehreren anatropen Samenknospen. Griffel einfach oder 2theilig. Frucht kapsel-, beeren-, steinfrucht- oder nussartig. Keimling in der Axe oder am Grunde des knorpeligen Eiweisses. 4100 Arten in den Tropen und gemässigten Ländern.

I. Stellatae. Nebenblätter gross, oft getheilt, blattartig, daher scheinbar in 6- oder mehrgliederigen Quirlen stehende Blätter, von denen aber nur die eigentlichen Blätter Achselsprosse entwickeln. B typisch 4gliedrig, doch manchmal mit Abweichungen. Frucht in 2 nuss- oder steinfruchtartige, 1samige Klausen zerfallend. Einjährige oder ausdauernde Kräuter, vorzüglich der gemässigten Zonen. Dahin auch die deutschen Gattungen.

A. C 4spaltig, mit 4 Staubgefässen. Frucht trocken.
  1. Kelchsaum 6zähnig, mit 2 kleineren Zähnen. C trichterförmig: Sherardia.
  2. Kelchsaum undeutlich.
    a. C trichter- oder glockenförmig: Asperula.
    b. C radförmig: Galium.

B. C meist 5spaltig, radförmig, mit 5 Staubgefässen. Frucht saftig: Rubia.

II. Coffeae. Nebenblätter schuppenförmig, Fruchtfächer 1samig.

III. Cinchoneae. Nebenblätter schuppenförmig. Fruchtfächer vielsamig.

618. Zahlreiche Nutzpflanzen, von denen die wichtigsten folgende: I. Asperula odorata L., Waldmeister, Coumarin enthaltend, hauptsächlich zum Maitrank verwerthet. Rubia tinctorum L., Krapp, Färberröthe (Orient), des Farbstoffes (Alizarin und Purpurin) wegen wichtige Culturpflanze. — II. Coffea arabica L., Kaffeebaum, aus Ostafrika stammend, in den ganzen Tropen der Steinfrüchte wegen gebaut, deren Samen die Kaffeebohnen bilden; ihr Hauptbestandtheil ist Coffeïn. Cephaëlis Ipecacuanha Willd., Brechwurzel, Brasilien, officinell (Radix Ipecacuanhae — Emetin; häufig verwechselt mit den Wurzeln von Richardsonia scabra St. H., Brasilien und Psychotria emetica Mutis, Neugranada, die auch Ipecacuanha-Sorten liefern). — III. Uncaria Gambir Roxb., Hinterindien und Sundainseln, liefert Catechu (Terra japonica). Cinchona L., China- oder Fieberrindenbäume, Bewohner der östlichen Abhänge der Anden Perus und Bolivias zwischen 1600—2400 Mtr. über dem Meere, jetzt auch in Ostindien und auf Java cultivirt, liefern in ihrer Rinde ausser anderen Stoffen vorzüglich Chinin und Cinchonin. Von den zahlreichen in den Handel

kommenden Rindensorten ist die Abstammung nicht immer sicher bekannt. C. Calisaya Wedd. liefert die Königschina (China regia s. Calisaya), die beste und an Chinin reichste Rinde; C. micrantha R. et P. u. a. A. die China de Huanuco s. de Lima, C. officinalis L. und C. macrocalyx P. die China Loxa, C. succirubra Pav. die Ch. rubra dura, C. coccinea Pav. die Ch. rubra suberosa u. s. w. Falsche Chinarinden kommen namentlich von Arten der Gattungen Ladenbergia und Exostemma.

Fossile Rubiaceen, grösstentheils den Cinchoneen angehörend, werden in 27 Arten aus tertiären Schichten beschrieben.

619. (Fam. 135.) Caprifoliaceae. Meist Holzgewächse, zuweilen windend. Blätter gegenständig, meist ohne Nebenblätter. B ✱ oder ↑, meist 5gliederig. Saum des K 4—5spaltig oder -theilig. C meist mit dachiger Knospenlage. A 5. gleichlang, bei Linnaea 4 didynamische. G 2—5-fächerig, die Fächer mit 1 oder mehreren hängenden oder horizontalen, anatropen Samenknospen auf scheidewandständigen Placenten, oft mehrere Fächer unfruchtbar. Griffel getrennt oder verbunden. Beerenfrüchte oder Steinfrüchte. Keimling in der Axe des fleischigen Endosperms. 200 Arten, gemässigte Klimate, besonders die nördliche Halbkugel bewohnend.

I. Sambucoideae. C rad- oder glockenförmig, meist ✱. Griffel 3—5, getrennt, oder eben so viele sitzende, zuweilen verwachsene Narben. Fruchtknotenfächer mit 1 Samenknospe.

A. 3 Narbenlappen oder Narben.
 1. Kelchsaum halboberständig, C 5theilig. Steinfrucht mit 3—5 Steinen: Sambucus.
 2. Kelchsaum oberständig. C 5spaltig. Frucht mit 1 Steine: Viburnum.

B. 5 Griffel. Kelchsaum halboberständig, 3lappig. Staubgefässe bis zum Grunde 2theilig, daher scheinbar 10. Kleines Kraut mit kopfig gestellten, grünlichen Blüthen: Adoxa.

II. Loniceroideae. C glocken- oder röhrenförmig, meist ↑. Griffel ungetheilt, mit 3 Narben. Fruchtknotenfächer mit mehreren Samenknospen.

A. C meist ↑. A 5. Grosse Sträucher, oft windend: Lonicera.

B. C fast ✱, ihr glockiger Saum 5lappig. A 4 didynamisch. Kleiner, kriechender Strauch mit fadenförmigen Stengeln und aufrechten Blüthenzweigen: Linnaea.

Officinell die Blüthen von Sambucus nigra L. (Flores Sambuci — ätherisches Oel, Schleim) — die Früchte oft zu Suppen verwendet. Arten von Lonicera, Geisblatt, Symphoricarpus, Schneebeere, Viburnum, Schneeball, Abelia floribunda Decsn. (Mexiko), A. uniflora RBr. (China), Diervillea canadensis Willd. (Nordamerika), Weigelia rosea Lindl. (Japan) etc. als Ziersträucher cultivirt. — Lonicera, Sambucus und Viburnum, letztere Gattung mit 13 Arten, kommen schon im Tertiär vor.

620. (Fam. 136.) Valerianaceae. Kräuter mit meist fiedertheiligen oder -spaltigen, nebenblattlosen, gegenständigen Blättern. B meist in trugdoldig-rispigen Blüthenständen, von Hochblättern begleitet, die jedoch keine besondere Hülle bilden, ↑ oder asymmetrisch, ursprünglich 5gliederig. K rudimentär oder pappusartig als oft 10strahlige Haarkrone, die sich erst nach der Blüthe entwickelt, seltener fehlend. C oft mit einem Höcker oder Sporn an der Röhre, der Saum meist unregelmässig 5lappig. A unvollständig, 1—4, gewöhnlich nur 3. G $\overline{(3)}$, 3fächerig, doch nur 1 Fach mit 1 hängenden Samenknospe ausgebildet, die anderen 2 leer, später verschwindend oder aufgeblasen. Frucht nussartig. Same ohne Endosperm. Keimling gerade. 300 Arten, vorzüglich der gemässigten nördlichen Hemisphäre angehörend.

Valeriana: Kelchsaum an der Blüthe eingerollt, an der Frucht als federige Haarkrone ausgebreitet. C am Grunde mit Höcker.

Valerianella: Kelchsaum nicht eingerollt, gezähnt. C ohne Höcker.

Officinell der Wurzelstock von Valeriana officinalis L. (Rhizoma Valerianae — Baldriansäure, ätherisches Oel). Valerianella olitoria Poll. var. oleracea Schl., Rapünzchen, als Salatpflanze gebaut.

621. (Fam. 137.) Dipsaceae. Meist Kräuter ohne Nebenblätter. B meist klein, in Aehren oder Köpfchen, deren untere, stärker entwickelte Tragblätter eine vielblätterige Hülle (Hüllkelch, involucrum) bilden. ☿, ursprünglich 5gliederig, jede einzelne mit einem aus verwachsenen Vorblättern gebildeten Aussenkelche. Der eigentliche K oft in Form borstenartiger Zipfel. C 2lippig, 5spaltig oder 4spaltig. Staubgefässe durch Fehlschlagen des hinteren nur 4. Fruchtknoten 1fächerig, mit 1 hängenden Samenknospe. Keimling in der Axe des sparsamen, fleischigen Endosperms. 120 Arten, vorzüglich in der nördlichen gemässigten Zone und am Cap.

A. K beckenförmig, ohne Borsten. Aussenkelch 4kantig, 8furchig. Pflanze stachelig.
  1. B in Aehren, welche mit einem aus stechenden, die Spreublätter überragenden Blättern gebildeten Hüllkelche versehen sind: Dipsacus.
  2. B in Köpfen, die Hüllkelchblätter die Spreublätter nicht überragend: Cephalaria.

B. Kelchsaum in Borsten getheilt.
  1. Aussenkelch ungefurcht. Spreublätter fehlend. Kelchsaum mit 8—16 Borsten: Knautia.
  2. Aussenkelch gefurcht. Spreublätter vorhanden. Kelchsaum mit 5 Borsten.
    a. Aussenkelch mit krautigem Saume: Succisa.
    b. Aussenkelch mit trockenhäutigem Saume: Scabiosa.

Dipsacus Fullonum L., Weberkarde, Südeuropa, die Köpfchen bei der Tuchbereitung benutzt. Arten von Scabiosa als Zierpflanzen.

622. (Fam. 138.) Compositae. Vorwiegend Kräuter von sehr verschiedenartigem Habitus, mit spiralig gestellten, seltener gegenständigen Blättern ohne Nebenblätter. B ☿ oder zum Theil (selten alle) eingeschlechtlich oder geschlechtslos, klein, fast immer in vielblüthigen (selten 1blüthigen) Köpfchen, welche von einer Hülle (Hüllkelch) spiralig gestellter (selten 1reihiger), zuweilen etwas verwachsener Hochblätter umgeben sind. Tragblätter (Spreublättchen) der einzelnen B häufig spreuartig, oft auch fehlend. K nur selten in Form kleiner Blätter oder Schuppen vorhanden oder fehlend, meist eine Krone (Pappus) verschieden gestalteter Haare bildend, die sich erst nach der Blüthezeit stärker entwickelt (§ 504, Fig. 102) und dann oft durch eine Verlängerung der Frucht emporgetragen wird. C ✶, röhrig oder röhrig-glockig, mit 5spaltigem Saume (Röhrenblüthen), oder ↑ und dann meist zungenförmig, der einseitige Saum 3- oder 5zähnig (Zungenblüthen), oder auch die ↑ B in selteneren Fällen 2 lippig, mit 2lappiger Ober- und 3lappiger Unterlippe. Röhren- und Zungenblüthen oft in demselben Blüthenstande und dann letztere die äusseren (Randblüthen), die Röhrenblüthen die inneren (Scheibenblüthen) des Köpfchens. Staubgefässe 5, der C eingefügt, mit seltenen Ausnahmen mit den Antheren zu einer Röhre verklebt, durch welche der lange, in 2 Narben gespaltene Griffel hindurchgeht. Fruchtknoten 1fächerig, mit 1 grundständigen anatropen Samenknospe. Frucht eine 1samige Achene. Same ohne Endosperm, mit meist geradem Keimling. Die grösste, etwa 10000 Arten umfassende, über die ganze Erde und bis in die höchsten Gebirgsregionen verbreitete Familie der Phanerogamen.

623. I. Unterfam. Tubuliflorae. Sämmtliche Blüthen sind Röhrenblüthen, oder die randständigen sind Zungenblüthen, die centralen (Scheibenblüthen) Röhrenblüthen.

A. Köpfchen 1blüthig, zu einem grösseren Kopfe zusammengestellt: Echinops.

B. Köpfchen mehrblüthig, normal.
  1. ♂ und ♀ B in verschiedenen Köpfchen, aber auf derselben Pflanze. Die ♂ Köpf-

chen vielblüthig, ihre Axe cylindrisch, der Hüllkelch aus 1reihigen, nicht verwachsenen Blättern gebildet, die Staubbeutel frei, der Griffel verkümmert. Die ♀ Köpfe 2blüthig, ihr Hüllkelch aus verwachsenen Blättern gebildet, deren Spitzen als Stacheln vorragen, 2fächerig, nach der Blüthe vergrössert und erhärtet: Xanthium.

2. ♂ und ♀ B in demselben Köpfchen, die Antheren verklebt: normale Compositen.
a. Alle B ☿, röhrenförmig.
* Blüthenstandsaxe (Fruchtboden) nackt, d. h. ohne Spreublätter.
α. Hüllkelch einfach. Schenkel des Griffels fadenförmig verlängert: Adenostyles.
β. Hüllkelch dachziegelig.
° Schenkel des Griffels fadenförmig verlängert: Eupatorium.
° ° Schenkel des Griffels lanzettlich verschmälert, spitz: Linosyris (zu Aster).
* * Fruchtboden tief grubig, die Ränder der Gruben fransig gezähnt: Onopordum.
* * * Fruchtboden mit Spreublättchen oder Borsten.
α. Pappus von keinem vorragenden Rande umgeben, fest mit dem oberen Theile der Frucht verwachsen und nur mit diesem abfallend: Carlina.
β. Pappus von einem von der Frucht entspringenden, vorragenden Rande umgeben und mit diesem abfallend.
° Pappus haarig, die Haare gezähnelt: Carduus.
° ° Pappus federig: Cirsium.
γ. Pappus einem auf der Frucht befindlichen Knopfe angewachsen und mit diesem abfallend: Jurinea.
δ. Pappus einfach haarförmig oder federig, die Haare zuletzt einzeln abfallend.
° Pappus federig: Saussurea.
° ° Pappus haarig oder borstig.
× Blättchen des Hüllkelches an der Spitze nicht hakenförmig.
§ Die innerste Reihe der Pappushaare länger, Achene zusammengedrückt: Serratula.
§ § Die innerste Reihe der Pappushaare sehr kurz. Frucht 4kantig: Kentrophyllum.
× × Blättchen des Hüllkelches mit hakenförmiger Spitze: Lappa.
b. Die randständigen B ♀, zungen- oder röhrenförmig, die der Mitte ☿, fruchtbar, stets röhrenförmig.
* Randblüthen röhrenförmig.
α. Blättchen des Hüllkelches krautig oder nur am Rande trockenhäutig: Filago.
β. Blättchen des Hüllkelches trockenhäutig.
° ♀ B einreihig, wenige; Fruchtboden flach: Helichrysum.
° ° ♀ B mehrreihig; Fruchtboden gewölbt: Gnaphalium.
* * Randblüthen zungenförmig (in seltenen Fällen fehlend: Tanacetum-Arten, Cotula, Artemisia; s. diese).
α. Fruchtboden ohne Spreublättchen.
° Kelchsaum aus Haaren gebildet.
× Hüllkelch dachziegelig.
§ Staubbeutel geschwänzt.
! Aeussere Haarreihe des Pappus kurz, in ein Krönchen verwachsen: Pulicaria.
! ! Pappus ohne Krönchen, die Haare gleichlang: Inula.
§ § Staubbeutel ungeschwänzt.
! ♀ B mehrreihig, nur die äusseren zungenförmig, die inneren röhrig: Erigeron.
! ! ♀ B einreihig.
— Frucht zusammengedrückt, nicht gerippt. Randblüthen verschiedenfarbig: Aster (mit Linosyris; s. oben).
= Frucht stielrund, gerippt. Randblüthen gelb: Solidago.
× × Hüllkelch aus 1—3 Reihen gleich langer Blättchen gebildet, nicht dachziegelig, oder die äusseren Blättchen eine Aussenhülle bildend.

§ Pappus verschieden, derjenige der Randblüthen einfach; derjenige der Scheibenblüthen doppelt, aus einer äusseren Reihe kurzer und einer inneren Reihe langer Haare gebildet: Stenactis.
§ § Pappus aller B gleich.
— Hüllkelch halbkugelig oder ziemlich flach.
aa. Griffelschenkel verschmälert, spitz: Bellidiastrum.
bb. Griffelschenkel kopfig, abgestutzt.
αα. Randständige Früchte ohne Pappus: Doronicum.
ββ Alle Früchte mit Pappus: Aronicum.
= Hüllkelch walzlich.
aa. Griffelschenkel fadenförmig: Ligularia.
bb. Griffelschenkel oberwärts verdickt, mit kegelförmiger Spitze: Arnica.
cc. Griffelschenkel kopfig, abgeschnitten-stumpf.
αα. Hüllkelch mit Aussenhülle: Senecio.
ββ. Hüllkelch einfach: Cineraria.
° ° Kelchsaum nicht aus Haaren gebildet.
× Hüllkelch aus 2reihigen, gleich langen Blättchen bestehend: Bellis.
× × Hüllkelch dachziegelig.
§ Früchte geschnäbelt: Carpesium.
§ § Früchte schnabellos.
! Randblüthen fadenförmig oder fehlend.
— Früchte des Köpfchenrandes blattartig flach: Cotula.
= Früchte verkehrt eiförmig, flügellos: Artemisia.
! ! Randblüthen zungenförmig (selten röhrig-glockig bei Arten von Tanacetum).
— Randständige Früchte geflügelt: Chrysanthemum.
= Randständige Früchte nicht geflügelt.
aa. Früchte gleichmässig 5—10streifig.
αα. Früchte ohne, oder nur die randständigen mit Kelchsaum: Leucanthemum.
ββ. Alle Früchte mit kronenförmigem Kelchsaum: Tanacetum
bb. Früchte mit ungleich entfernten Streifen. Blüthenboden kegelförmig, hohl: Matricaria.
β. Fruchtboden mit Spreublättchen (Pappus nicht haarförmig).
° Hüllkelch einreihig, einfach: Galinsoga.
° ° Hüllkelch dachziegelig.
× Griffelschenkel kurz-eiförmig, aufrecht: Xeranthemum.
× × Griffelschenkel fadenförmig, zurückgekrümmt.
§ Staubbeutel ungeschwänzt.
! Randblüthen mit rundlich-eiförmiger Platte: Achillea.
! ! Randblüthen mit zungenförmiger Platte: Anthemis.
§ § Staubbeutel geschwänzt.
! Randständige Früchte 3seitig: Buphthalmum.
! ! Alle Früchte stielrund: Telekia.

c. Die randständigen B ♀, aber durch Fehlschlagen des Griffels und der Narbe geschlechtslos. Scheibenblüthen ☿ und fruchtbar.
* Fruchtboden um die Früchte herum mit spreuartigen Borsten besetzt: Centaurea.
* * Jede Blüthe in der Achsel eines Spreublattes.
α. Hüllkelch 2reihig. Kelchsaum (Pappus) aus 2—4 bleibenden, rückwärtsstacheligen, starren Borsten gebildet: Bidens.
β. Hüllkelch dachziegelig. Kelchsaum aus 2 oder 4 hinfälligen Schuppen bestehend: Helianthus.

d. Randblüthen ♀ und fruchtbar, Scheibenblüthen ♂ oder ☿, dann aber unfruchtbar.
* Kelchsaum (Pappus) haarig.
α. Randblüthen zungenförmig, mehrreihig, gelb. Köpfe einzeln endständig: Tussilago.
β. Randblüthen fadenförmig, an einigen Exemplaren mit zahlreichen un-

fruchtbaren Zwitterblüthen nur 1reihig, an anderen mit wenigen Zwitterblüthen mehrreihig. Köpfe in Rispen: Petasites.

* * Kelchsaum fehlend: Calendula.

624. II. Unterfam. Labiatiflorae. Blüthen 2lippig, Oberlippe 2-, Unterlippe 3lappig oder -zähnig. Nur aussereuropäische Gattungen, von denen Arten von Mutisia (Südamerika) mit gefiederten, in eine Ranke auslaufenden Blättern manchmal in Gewächshäusern cultivirt werden.

III. Unterfam. Liguliflorae. Alle B zungenförmig, ☿.

A. Kelchsaum aus Haaren gebildet.

1. Pappushaare federig.

a. Fruchtboden mit Spreublättchen: Hypochoeris (mit Achyrophorus).

b. Fruchtboden ohne Spreublättchen.

* Hüllkelch einreihig, am Grunde verwachsen: Tragopogon.

* * Hüllkelch dachziegelig (frei) oder mit Aussenhülle.

α. Federchen des Pappus verwebt.

° Frucht oberwärts etwas verschmälert, am Grunde mit sehr kurzer Schwiele: Scorzonera.

° ° Frucht oberwärts nicht verschmälert, die Schwiele am Grunde stielartig verlängert und dicker als die Frucht selbst: Podospermum.

β Federchen des Pappus frei.

° Pappus bleibend.

× Hüllkelch 2reihig, Frucht lang geschnäbelt, Stengel beblättert: Helminthia.

× × Hüllkelch dachziegelig, Frucht oben ein wenig verschmälert; Laubrosette.

§ Randständige Früchte mit kronenförmigem, etwas gefranztem Kelchsaume: Thrincia.

§ § Alle Früchte mit Haarkrone: Leontodon.

° ° Pappus abfallend. Frucht kurz geschnäbelt: Picris.

2. Pappushaare einfach.

a. Früchte an der Basis des Schnabels von Schuppen oder von einem Ringe umgeben.

* Blüthen 7—12, 2reihig: Chondrilla.

* * Blüthen ∞, vielreihig: Taraxacum.

b. Früchte ohne Schuppen und Ring, oder ganz schnabellos.

* Früchte stark zusammengedrückt.

α. Früchte geschnäbelt: Lactuca.

β. Früchte schnabellos.

° Pappus von einem Krönchen umgeben, steif und zerbrechlich: Mulgedium.

° ° Pappus ohne Krönchen, weich und biegsam: Sonchus.

* * Früchte stielrund.

α. Köpfchen 3—5blüthig: Prenanthes.

β. Köpfchen vielblüthig.

° Pappus haarförmig, weich, nicht zerbrechlich: Crepis.

° ° Pappus borstenförmig, nicht zerbrechlich: Soyeria.

° ° ° Pappus zerbrechlich: Hieracium.

B. Kelchsaum nicht haarig, fehlend, oder aus einem Krönchen gebildet.

1. Hüllkelch 2reihig, die äussere Reihe abstehend, die innere aufrecht, am Grunde verwachsen: Cichorium.

2. Hüllkelch 1reihig.

a. Fruchttragender Hüllkelch wulstig, kugelig zusammenschliessend: Arnoseris.

b. Fruchttragender Hüllkelch unverändert, die Blättchen aufrecht.

* Frucht 2riefig: Lampsana.

* * Frucht 5riefig: Aposeris.

625. Wichtigere Arten sind folgende:

I. Tussilago Farfara L., Huflattich, das Kraut officinell (Folia Farfarae — Schleim, Gerbstoff, Bitterstoff). Aster chinensis L. (Callistephus chinensis Nees), Zierpflanze aus China; zahlreiche nordamerikanische ausdauernde Arten als Zierpflanzen und oft an Fluss-

ufern verwildert. Bellis perennis L., Tausendschön, in seiner gefüllten Form als Zierpflanze. Solidago canadensis L. u. a. nordamerikanische Arten als Zierpflanzen. Inula Helenium L., Alant, officinell (Radix Helenii s. Enulae — Helenin, scharfes Weichharz, bitterer Extractivstoff, Inulin). Dahlia variabilis Desf., Georgine, Mexiko; Zierpflanze in zahlreichen Varietäten. Zinnia elegans Jacq., Zierpflanze aus Mexiko. Calliopsis bicolor Rchb., Nordamerika, Zierpflanze. Helianthus annuus L., Sonnenblume, wahrscheinlich aus Peru, als Oelfrucht gebaut; H. tuberosus L., Topinambur, wahrscheinlich aus Nordamerika, wird der Knollen wegen cultivirt. Spilanthes oleracea L., Parakresse, aus Südamerika, das Kraut officinell (Herba Spilanthis—ätherisches Oel, Gerbstoff). Tagetes patula L. u. a. mexikanische Arten als Zierpflanzen. Madia sativa Mol., aus Chile stammend, als Oelfrucht gebaut. Anthemis nobilis L., römische Kamille, Südeuropa, die Blüthen officinell (Flores Chamomillae romanae — ätherisches Oel, Harz, bitterer Extractivstoff, Kamillensäure). Anacyclus officinarum Hayne, Bertramwurzel, aus Südeuropa stammend, officinell (Radix Pyrethri germanici — scharfes Harz, ätherisches Oel, bitterer Extractivstoff, Inulin). A. Pyrethrum DC., aus Nordafrika und Südeuropa, liefert die römische B. (Radix Pyrethri romani) mit gleichen Stoffen. Achillea millefolium L., Schafgarbe, officinell (Herba et Flores Millefolii — ätherisches Oel, Harz, Achilleïn, Achilleasäure). Matricaria Chamomilla L., officinell (Flores Chamomillae vulgaris — ätherisches Oel, Harz, Bitterstoff, Kamillensäure, Anthemidin). Chrysanthemum indicum Thbg. aus Ostasien, sowie a. A. als Topfgewächse cultivirt. Pyrethrum roseum Bieb., Persien, Kaukasus; in den Blüthen das persische Insektenpulver liefernd. Artemisia Absinthium L., Wermuth, officinell (Herba Absinthii — ätherisches Oel, Absinthin, Bernsteinsäure, Gerbsäure); A. Dracunculus L., Esdragon (Südrussland) und A. Abrotanum L. als Küchengewürze cultivirt; A. vulgaris L., Beifuss, officinell (Radix Artemisiae — Harz, ätherisches Oel, Schleimzucker, Inulin) und die Blüthenstände als Küchengewürz; A. Cina Bg., A. Vahliana Kost. u. a. A. Westasiens liefern die officinellen „Wurmsamen" (Flores Cinae levantici s. Semen Cinae — ätherisches Oel etc.). Ammobium alatum RBr., Zierpflanze aus Neuholland. Helichrysum arenarium DC., Immortelle, zu Kränzen; viele Arten der Gattung, namentlich solche vom Cap, als Zierpflanzen. Arnica montana L., Wohlverleih, officinell (Radix et Flores Arnicae — ätherisches Oel, Harz, Arnicin). Arten der Gattung Cineraria als Zierpflanzen. Calendula officinalis L., Ringel- oder Todtenblume, Südeuropa, Zierpflanze. Cnicus benedictus Gärtn., Cardobenedictenkraut (Südeuropa, Orient), officinell (Herba Cardui benedicti — Cnicin). Carthamus tinctorius L., Saflor (Aegypten), liefert gelben und rothen Farbstoff in den Blüthen. Cynara Scolymus L., Artischokke (Vaterland unbekannt), Gemüsepflanze. Serratula tinctoria L., Scharte, liefert in den Wurzeln einen gelben Farbstoff. Lappa major Gärtn., L. minor DC. und L. tomentosa Lam., Klette, sind officinell (Radix Bardanae — Bitterstoff, Gerbstoff, Inulin etc.). —

III. Cichorium Intybus L., Cichorie, die geröstete Wurzel als Kaffee-Surrogat dienend. C. Endivia L., Endivie, als Salatpflanze gebaut. Scorzonera hispanica L., Schwarzwurzel (aus Südeuropa), Wurzel als Gemüse gegessen, daher die Pflanze hier und da im Grossen gebaut. Taraxacum officinale Wigg., Löwenzahn, officinell (Radix Taraxaci — Taraxacin, Harz, Zucker, Inulin). Lactuca virosa L., Giftlattich, officinell (Herba Lactucae virosae — Lactucin, Lactucon, Lactucasäure). L. sativa L. als Salatpflanze (Kopfsalat) gebaut.

Von Compositen sind 27 Arten (4 Gattungen) im Tertiär bekannt.

Die kleine Familie der Calycereae ist von den Compositen hauptsächlich nur durch den 5theiligen, blattartigen Kelch verschieden. 20 südamerikanische Arten.

53. Ordnung. Campanulinae.

B ✶ oder ↑, ihr Typus K 5, C (5), A (5) oder A 5, G $\overline{(2-5)}$. K blattartig, mit schmalen Zipfeln. A meist ohne Zusammenhang mit der C, aber oft unter sich verwachsen, zuweilen unvollzählig.

626. (Fam. 139.) Campanulaceae. Kräuter oder Halbsträucher mit meist spiralig gestellten, einfachen Blättern ohne Nebenblätter, oft mit Milchsaft. B ☿, meist ✶. K zuweilen nur halboberständig, 5theilig oder 5spaltig. C mit 5lappigem Saume, der unpaare Abschnitt vorne. Staubgefässe 5, mit den Kronenlappen abwechselnd, die Staubfäden an der Basis verbreitert, die Staubbeutel öfter am Grunde verwachsen. Fruchtknoten 2—5-

fächerig, meist 3fächerig, mit mittelständigen Samenleisten. Samenknospen ∞, horizontal, anatrop. Griffel oberwärts 2—5theilig. Frucht meistens eine Kapsel, deren Fächer an der Spitze oder am Rande mit Löchern aufspringen, oder sich mit Längs- oder Querspalten öffnen. Keimling in der Axe des fleischigen Endosperms. 500, die gemässigten und warmen Zonen bewohnende Arten.

627. Deutsche Gattungen sind:

I. C bis fast zum Grunde in 5 linealische, von unten nach oben sich trennende Abschnitte getheilt.
 A. Staubfäden fadenförmig. Kapsel an der Spitze 2klappig: Jasione.
 B. Staubfäden unten verbreitert. Kapsel mit seitlichen Löchern aufspringend: Phyteuma.

II. C trichter-, glocken- oder radförmig, mit 5lappigem Saume.
 A. Kapsel mit Löchern aufspringend.
  1. Oberweibige Scheibe flach. Kapsel kreiselförmig. C glockenförmig: Campanula.
  2. Oberweibige Scheibe um den Griffel in Form eines Röhrchens erhöht, sonst wie 1: Adenophora.
 B. Kapsel prismatisch, mit Seitenritzen sich öffnend. Die C radförmig: Specularia.
 C. Kapsel an der Spitze mit 3—5 Klappen aufspringend. Die C glocken- oder trichterförmig: Wahlenbergia.

Arten von Campanula, Glockenblume, werden als Zierpflanzen cultivirt. Die rübenförmige Wurzel von C. Rapunculus L., Rapunzel, dient als Gemüse.

628. (Fam. 140.) Lobeliaceae. Meist Milchsaft führende Kräuter, selten Holzgewächse, mit spiraligen Blättern ohne Nebenblätter. B meist ☿, meist ↑, oft umgewendet. C auf der Vorderseite meist der Länge nach gespalten, der Saum 2lippig, der vordere Abschnitt 2lappig, der hintere grössere 3lappig. Durch Drehung des Blüthenstieles wird jedoch die vordere Lippe zur Oberlippe, die hintere zur 3lappigen Unterlippe. Oberer Theil der Staubfäden und die Antheren zu einer Röhre verwachsen. Fruchtknoten 2—3fächerig und mit mittelständigen, durch Verkümmerung auch 1fächerig und dann mit wandständigen Samenleisten. 1 Griffel mit meist 2 lappiger Narbe. Frucht eine Beere oder eine fachspaltig aufspringende Kapsel. Keimling in der Axe des fleischigen Eiweisses. 400, den Tropen und gemässigten Klimaten angehörende Arten.

In Deutschland nur Lobelia Dortmanna L., ein unter dem Wasser in Seen und Sümpfen wachsendes Kraut mit zur Blüthenzeit emportauchenden Aehren. — L. inflata L. (Nordamerika) ist officinell (Herba Lobeliae — Lobelin, Lobeliasäure) — Verschiedene Lobelien als Zierpflanzen.

629. (Fam. 141.) Stylidiaceae. Meist Kräuter ohne Milchsaft und oft mit verkürzter Axe. Blätter spiralig, nebenblattlos, einfach. B ↑. A durch Fehlschlagen nur 2, mit dem Griffel verwachsen, die meist weit aus der C vorragende Griffelsäule knieförmig gebogen, reizbar (§ 261). Fruchtknoten 2fächerig, mit 2 centralen Placenten.

630. (Fam. 142.) Goodeniaceae. Meist Kräuter ohne Milchsaft, mit spiralig gestellten, einfachen, nebenblattlosen Blättern. B ↑, vorzüglich dadurch ausgezeichnet, dass am Ende des Griffels eine die Narbe becherförmig umschliessende, reizbare Hülle (Indusium) entspringt. 150 Arten in Australien und am Cap.

631. ? (Fam. 143.) Cucurbitaceae. Meist einjährige, seltener ausdauernde, saftreiche Kräuter, die mittelst spiralig gerollter Ranken klettern. Blätter spiralig gestellt, rauh, handnervig, meist am Grunde herzförmig,

oft 5lappig. B ✱, einzeln achselständig oder in achselständigen Blüthenständen, meist monöcisch, seltener diöcisch. K 5gliederig, der unpaare Abschnitt nach hinten. A 5, durch „Verwachsung" meist nur 3, oder auch 1 (d. h. 2 Paare „verwachsen" und 1 frei — oder alle 5 „verwachsen"; vgl. § 509), mit gewundenen Antheren. G (3), seltener G (4—5), 1- bis mehrfächerig, mit meist ∞ Samenknospen. Griffel meist sehr kurz, mit 3—5-lappigen Narben. Frucht eine meist sehr grosse Beere (Kürbisfrucht). Same ohne Endosperm. 500, meist den subtropischen Zonen und den Tropen angehörende Arten.

In Deutschland nur Bryonia wild wachsend. Die rübenförmige Wurzel von B. alba L. und B. dioica Jacq. früher officinell. Cucumis sativus L., Gurke und C. Melo L., Melone, beide aus Asien, ferner Cucurbita Pepo L., Kürbis, ebenfalls in Asien heimisch, werden der Früchte wegen cultivirt. Andere Cucurbitaceen, namentlich Cucurbita Melopepo L., Türkenbund (Südasien), Lagenaria vulgaris Ser., Flaschenkürbis (Ostindien), Ecbalium Elaterium Rich., Spritzgurke (Südeuropa), etc. werden oft in Gärten cultivirt. Officinell sind die Früchte von Citrullus Colocynthis Arn. (Orient), Koloquinthe (Colocynthides — Colocynthin); C. vulgaris Schrad., Wassermelone (Ostindien), die Früchte in den Tropen beliebtes Nahrungs- und Erfrischungsmittel.

54. Ordnung. Primulinae.

B ✱, meist 5- (seltener 4—7) gliederig, ihr Typus K (5), [C (5) A 5], G (5). Staubgefässe so viele als Kronenzipfel, vor diesen stehend, (vgl. § 511). Carpellblätter vor den Kelchabschnitten. Fruchtknoten 1fächerig, mit freier centraler Placenta oder einer centralen grundständigen Samenknospe.

632. (Fam. 144.) Primulaceae. Kräuter mit meist verkürztem Stengel und gewöhnlich spiralig, seltener quirlig gestellten, nebenblattlosen Blättern. B meist in Dolden, seltener trugdoldig oder rispig. K nur bei Samolus halboberständig, 5spaltig oder -theilig. C (nur bei Glaux fehlend) 5lappig, die Abschnitte in der Knospe dachziegelig oder gedreht Staubgefässe bei Primula im Verhältniss zur Griffellänge von zweifacher Einfügung (§ 527). Griffel ungetheilt Placenta frei, central, mit ∞ Samenknospen. Kapsel an der Spitze mit 5 oft 2spaltigen Zähnen, seltener mit Deckel aufspringend. Keimling gerade, im fleischigen Endosperm. 250 Arten; Familie über die ganze Erde verbreitet.

I. 7 Staubgefässe. B sonst 5—9gliederig. C radförmig: Trientalis.
II. 5 Staubgefässe.
  A. Kelch halboberständig. Zwischen den Kronenlappen 5 pfriemenförmige Anhängsel (Staminodien): Samolus.
  B. Kelch unterständig.
    § Blumenkrone vorhanden.
      1. Kapsel mit Deckel aufspringend: Anagallis.
      2. Kapsel mit Zähnen aufspringend.
        a. Die Zipfel der C am Ende der glockigen Röhre vollständig zurückgeknickt: Cyclamen.
        b. Krone trichter-, teller- oder radförmig.
          † Kelch 5theilig.
            α. Krone radförmig, 5theilig: Lysimachia.
            β. Krone tellerförmig, die Röhre walzlich, der Saum 5theilig; im Wasser schwimmende Pflanze: Hottonia.
            γ. Krone trichterförmig, der Saum in zahlreiche Zipfel zerpalten: Soldanella.
          †† Kelch 5spaltig oder -zähnig.
            α. Staubgefässe am Grunde frei.

○ Kronenröhre eiförmig, an der Spitze verengert: Androsace.

○○ Kronenröhre walzlich oder keulig: Primula.

β. Staubgefässe am Grunde durch einen Ring verbunden: Cortusa.

§ § Blumenkrone fehlend, Kelch gefärbt: Glaux.

III. 4 Staubgefässe, K und C 4gliederig: Centunculus

Officinell die Blüthen von Primula officinalis Jacq., Primel, (Flores Primulae). P. elatior Jacq. in verschieden gefärbten Varietäten auch als Gartenpflanze; ebenso P. Auricula L., Aurikel. P. chinensis Lindl. aus China, beliebte Topfpflanze, desgleichen mehrere Arten von Cyclamen, Alpenveilchen (C. europaeum L., C. hederaefolium Ait., C. persicum Mill.)

633. (Fam 145.) Myrsineae. Bäume oder Sträucher der Tropen, etwa 350 Arten. Stimmen im Blüthenbaue mit den Primulaceen überein, unterscheiden sich hauptsächlich nur durch die Beerenfrucht.

Ardisia crenulata Vent. (Antillen) häufige Zimmerzierpflanze. Die Früchte von Maesa picta (Abyssinien) liefern ein Bandwurmmittel (Saoria). Clavija ornata Don. (Neugranada) von palmenähnlichem Habitus. — 6 Gattungen mit 48 Arten (37 Myrsine) sind aus dem Tertiär bekannt.

Die verwandten Aegicereae durch eiweisslose Samen verschieden. Bäume des tropischen Asiens und Australiens, Küstenwälder.

634. (Fam. 146.) Plumbagineae. Meist Kräuter mit einfachen, ganzrandigen Blättern in grundständiger Rosette. B in Rispen, deren Aeste Wickel sind, oder in einfachen Aehren mit Gipfelblüthe. K 5zähnig, oft trockenhäutig, weiss und glänzend. C oft bis zum Grunde 5theilig, in der Knospe gedreht. Fruchtknoten mit nur 1 langgestielten, grundständigen Samenknospe und 5 Griffeln. Keimling gerade, im spärlichen Endosperm liegend. Frucht eine Nuss oder Kapsel. 250 Arten; Tropen und gemässigte Zonen, vorzüglich Küsten- und Steppenbewohner.

In Deutschland nur Statice (mit Einschluss von Armeria). In Südeuropa noch Plumbago. (P. Larpenthae Lindl. Zierpflanze aus China.)

55. Ordnung. Diospyrinae.

B ✳, 3–8zählig, gewöhnlich K (4), C (4), A 4 + 4, G $\underline{(4)}$. Aeussere Staubgefässe häufig unterdrückt, die inneren vor den Krontheilen, zuweilen auch A ∞. Carpelle vor den Kelchtheilen. Fruchtknoten mehrfächerig mit wandständigen Samenträgern.

635. (Fam. 147.) Sapotaceae. Bäume oder Sträucher mit Milchsaft. Blätter spiralig, ganzrandig, nebenblattlos. B ⚥. A meist 5, oft ∞ Staminodien. Griffel 1. Fächer des vielfächerigen Fruchtknotens mit 1 aus dem Grunde aufsteigenden Samenknospe. Vielfächerige Beere, oft durch Fehlschlagen 1fächerig. Samen mit oder ohne Eiweiss. 300 Tropenbewohner.

Isonandra gutta Lindl. (Ostindien, Sumatra) liefert Guttapercha, Sideroxylon triflorum Vahl das westindische Eisenholz, Achras Sapota L. (Westindien, Südamerika) vorzügliche essbare Früchte, Bassia longifolia L. und B. butyracea Roxb. (Ostindien) in den Samen fettes Oel. — 44 Arten (5 Gattungen) in tertiären Schichten.

636. (Fam. 148.) Ebenaceae. Bäume und Sträucher ohne Milchsaft, mit meist dichtem, festem Holze. Blätter spiralig gestellt, einfach, lederartig. B achselständig, meist einzeln, ⚥ oder meist diclinisch, 3—6zählig. Staubgefässe im Grunde der Kronenröhre eingefügt, seltener bodenständig, meist doppelt so viele als Kronenlappen, oft bis zum Grunde gespalten. Fruchtknoten 3 — ∞fächerig. Samenknospen in jedem Fache 1—2, hängend. Beerenfrucht. Samen mit knorpeligem Eiweiss.

Die Unterabtheilung der Styraceae, welche oft auch als eigene

Familie betrachtet wird, unterscheidet sich durch den ganz oder halb oberständigen Kelch.

300 Tropenbewohner, vorzüglich Amerikaner und Asiaten.

Diospyros Lotus L., Dattelpflaume (Nordafrika und Südeuropa) mit essbaren Früchten. D. Ebenum Retz. und verwandte Arten, besonders Ceylons, sowie auch Maba Ebenus Spr. (Molukken), das schwarze Ebenholz liefernd. Styrax Benzoin Dry. (Benzoin officinale Hayne), Sundaininseln, liefert das officinelle Benzoëharz (Resina Benzoë — Harz, Benzoësäure, oft auch Zimmtsäure), S. officinalis L. (Orient) Storax (obsolet). 43 Ebenaceen und 11 Styraceen kommen im Tertiär vor.

56. Ordnung. Bicornes.

637. Meist Holzgewächse ohne Nebenblätter. B meist ✶, 4—5 zählig, selten mehrzählig. Staubgefässe meist doppelt so viele als Kronentheile, ein Kreis interponirt, alle sammt der C einem unter-, selten oberständigen Ringe eingefügt. Pollenzellen fast stets zu 4 zusammenhängend. Fruchtknoten unter- oder oberständig, mehrfächerig, mit grossen, gegen die Fachhöhlung zurückgebogenen Placenten, die Carpellblätter vor den Kronentheilen, der Griffel einfach. Keimling gerade, im Endosperm liegend.

638. (Fam. 149.) Epacrideae. Sträucher mit spiralig gestellten, seltener gegenständigen, mehr oder weniger dicht gedrängten, immergrünen, einfachen, oft starren Blättern. B meist in endständigen Aehren oder Trauben, meist 5zählig. C glockig oder trichterförmig, meist schön gefärbt, in der Knospe dachig. A meist 5, da der interponirte Kronenkreis fehlt. Antheren mit nur einer Spalte aufspringend. Fruchtknoten am Grunde von freien oder verwachsenen Schuppen umgeben Kapsel, Beere oder Steinfrucht. 230 australische Arten, welche dort die Ericaceen ersetzen.

639. (Fam. 150.) Ericaceae. Sträucher, zuweilen baumartig, mit meist immergrünen, gewöhnlich dicht gedrängten, einfachen Blättern. B gipfel- oder achselständig, meist in Trauben oder Rispen, 4—6zählig. K unterständig. C in der Knospe gedreht, bei 5 Abschnitten der unpaare vorne. Staubgefässe doppelt so viele als Kronabschnitte, die Antheren durch ein spitzes Anhängsel jeder Hälfte 2hörnig, an der Spitze mit einem Loche oder doch mit einer nicht bis zum Grunde reichenden Spalte aufspringend. Fruchtknoten oberständig, seine Fächer so viele als Kronentheile, und vor denselben, meist mit mehreren hängenden Samenknospen. Frucht eine fachspaltige Kapsel oder fleischig. 900 Arten, die meisten am Cap.

I. Staubgefässe 8.

A. Krone tief 4spaltig, so lang oder kürzer als der Kelch. Kapsel den Scheidewänden gegenüber aufspringend, diese dem Mittelsäulchen angewachsen: Calluna.

B. Krone 4zähnig, länger als der Kelch. Kapsel fachspaltig aufspringend, die Scheidewände auf den Klappen: Erica.

II. Staubgefässe 10.

A. Kapsel 5fächerig, 5klappig: Andromeda.

B. Kugelige Steinfrucht mit 5 Steinen: Arctostaphylos.

Officinell die Blätter vom Arctostaphylos officinalis W. et Gr. (A. uva ursi Spr.), Bärentraube (Folia Uvae ursi — Arbutin, Ericolin, Urson, Ericinon). Calluna vulgaris Salisb., Haidekraut, Besenhaide; Charakterpflanze der Haiden, die Blüthen für Bienenzucht wichtig. Erica Tetralix L., Glockenhaide und Andromeda polifolia L. sind Charakterpflanzen der Moore, auf denen übrigens auch Calluna vorkommt. Zahlreiche Arten von Erica als Zierpflanzen. — Von Ericaceen treten Arten der Gattung Leucothoë bereits in der Kreide auf; die meisten sind jedoch tertiär, einzelne quartär (47 Arten in 7 Gattungen).

640. (Fam. 151.) Vaccinieae. Fruchtknoten unterständig. Frucht

eine Beere. Sonst wie vorige Familie. Hauptsächlich im nördlichen Europa und Amerika, besonders auf Moorboden, Haiden und in Wäldern.

Vaccinium: B 4- oder 5zählig, mit 8 oder 10 Staubgefässen. V. Myrtillus L., Heidelbeere und V. Vitis idaea L., Preisselbeere, durch essbare Früchte bekannt. Von V. Oxycoccus L. (Oxycoccus palustris Pers.), Moosbeere, werden die Früchte in Russland und Schottland roh und eingemacht gegessen. — 26 Arten von Vaccinium finden sich in tertiären und quartären Schichten.

641. (Fam. 152.) Rhodoraceae. C tief 5theilig oder aus 5 getrennten Blättern bestehend, oft etwas unregelmässig, der unpaare Abschnitt hinten. A meist 10, die Staubbeutel ohne Anhängsel. Kapsel an den Scheidewänden aufspringend. Sonst wie die Ericaceen. 150 Arten der gemässigten und kalten Zonen.

Ledum: K klein, 5zähnig. C in 5 ziemlich gleiche Blätter getrennt.

Rhododendron: K 5theilig. C 5spaltig.

Die Arten der Gattung Rhododendron, Alpenrosen, sind Alpenbewohner. Zahlreiche indische und pontische Arten dieser Gattung, sowie von Azalea, sind beliebte Ziersträucher.

13 tertiäre Arten sind bekannt.

642. (Fam. 153.) Hypopityaceae. Kräuter oder Halbsträucher, als Humusbewohner lebend. Blätter spiralig. K 4—5blätterig. C 4—5blätterig oder die Blätter nur am Grunde etwas zusammenhängend. Staubbeutel ohne Anhängsel Kapsel durch Mitteltheilung der Fächer aufspringend. Same klein, feilspanartig, mit sehr kleinem Keimling ohne Keimblätter. Sonst wie die Ericaceen. 25 Arten der nördlichen gemässigten Zone.

I. Piroleae. Grüne, belaubte Pflanzen. C in der Knospe dachziegelig. Staubbeutelhälften am Grunde mit einem Loche aufspringend. — Pirola. (1 Art im Tertiär.)

II. Monotropeae. Chlorophylllos, mit schuppigen Niederblättern. Kronenabschnitte in der Knospe kaum deckend. Staubbeutelhälften mit hufeisenförmiger Spalte aufspringend. — Monotropa, Fichtenspargel. (1 Art im Tertiär.)

II. Abtheilung. Choripetalae.

(Eleutheropetalae, incl. Apetalae.)

I. Reihe. Juliflorae.

B sehr klein, unscheinbar, in dichten Aehren, Köpfen oder Rispen, meist diklinisch. P 0 oder einfach, kelchartig.

57. Ordnung. Piperinae.

B klein, in Aehren oder Kolben. P 0. Samenknospen orthotrop, einzeln grundständig oder hängend, selten mehrere wandständig. Embryo klein, gerade, von Endosperm und Perisperm umgeben.

643. (Fam. 154.) Piperaceae. Kräuter oder Sträucher mit knotig gegliederten, oft klimmenden Stengeln. Blätter spiralig oder gegenständig, seltener quirlig, einfach, netzaderig, mit am Grunde scheidigen Blattstielen, ohne Nebenblätter. B in Kolben oder Aehren, in den Achseln schildförmiger Deckblätter, nur aus 1 Fruchtknoten und 2 seitlichen (manchmal noch einem dritten hinteren) Staubblättern bestehend. Fruchtknoten 1fächerig, mit 1 aufrechten Samenknospe, nach dem Verblühen am Grunde oft in

einen Stiel verlängert (Cubeba), mit 2—6lappiger oder pinselförmiger Narbe. Frucht eine Beere. 1000 tropische Arten.

Piper nigrum L., tropisches Asien und Sundainseln, liefert den schwarzen Pfeffer (die unreif getrockneten Beeren) und weissen Pfeffer (die reifen Samen). Chavica officinarum Miq. (Piper longum L.), Ostindien, liefert den „langen Pfeffer" (der ganze Fruchtstand). C. Betle Miq. (Piper Betle L.), Betelpfeffer, die Blätter in Indien mit den Früchten von Areca Catechu (§ 556) als aufregendes Mittel gekaut. Cubeba officinalis Miq. (Piper Cubeba L.), Kubeben, Java, die Früchte officinell (Cubebae — ätherisches Oel, Cubebensäure, Cubebin, fettes Oel etc.).

644. (Fam. 155.) Saurureae. Krautartige Sumpf- und Wasserpflanzen mit kriechenden Wurzelstöcken und spiralig stehenden, einfachen Blättern mit an der Basis scheidigem Blattstiele. B in Aehren oder Kolben, welche am Grunde von einfacher Scheide oder von gefärbten Hüllblättern umgeben sind. P 0. A 3—∞. Fruchtknoten 3—5fächerig, die Fächer nur am Grunde oder der ganzen Länge nach verbunden, jedes Fach mit 2—8 Samenknospen. Nur wenige Arten im tropischen Asien, Nordamerika und am Cap. Saururus, Aponogeton.

645. (Fam. 156.) Chloranthaceae. Meist strauchartige Pflanzen mit knotig gegliederten Zweigen und einfachen, gegenständigen Blättern mit scheidenartigen Blattstielen und Nebenblättern. B wie bei den Piperaceen, aber der Fruchtknoten mit 1 hängenden Samenknospe. Einsamige Steinfrucht. 36 tropische Arten (Asien, Amerika). Chloranthus.

58. Ordnung. Urticinae.

B klein, ☿ oder diclinisch. P vorhanden, selten rudimentär, meist 4—5zählig. Staubgefässe so viele als Perigonabschnitte und (mit Ausnahme der Plataneen) vor letzteren. Fruchtknoten oberständig, meist 1fächerig, mit 1 Samenknospe. Samen meist mit Endosperm.

646. (Fam. 157.) Urticaceae. Kräuter, seltener Sträucher oder Bäume, ohne Milchsaft, häufig mit Brennhaaren, mit spiraligen oder gegenständigen Blättern und bleibenden oder leicht abfallenden Nebenblättern. Blüthenstand rispig oder knäuelartig gedrängt, achselständig. B eingeschlechtig, selten vielehig. P der ♂ und ☿ B 4—5theilig, das der ♀ aus 2 ungleich grossen Blattpaaren gebildet, seltener röhrig oder ganz fehlend. A 4—5, in der Knospe einwärts gebogen, sich später (oft elastisch) streckend. Fruchtknoten 1fächerig, mit 1 centralen, aufrechten, orthotropen Samenknospe, 1 Griffel und 1 kopf- oder pinselartigen Narbe. Frucht nussartig. Keimling gerade, in der Axe des fleischigen Eiweisses. 520 Arten in Tropen und gemässigten Klimaten.

Urtica: Mit Brennhaaren. P der ☿ B 4theilig oder -blätterig.

Parietaria: Ohne Brennhaare. P der ☿ B krugförmig, mit 4zähnigem Saume.

Urtica cannabina L. wird in Sibirien als Gespinnstpflanze cultivirt. Auch von U. dioica und U. urens L. werden die Bastfasern zu Nesseltuch verwebt. U. Puya Roxb., Ostindien, ist werthvolle Gespinnstpflanze, ebenso U. heterophylla Wall. in Nepal; Boehmeria sanguinea, „Ramié" (Java), B. nivea Hk. et Arn. (China, Japan), B. utilis Bl. (Sumatra) liefern mit a. A. Gespinnstfasern. — Urtica mit 1 Art im Tertiär.

647. (Fam. 158.) Moraceae. Bäume und Sträucher, meist mit Milchsaft, spiralig stehenden, ungetheilten oder gelappten Blättern und bleibenden oder abfallenden Nebenblättern. B 1- oder 2häusig, in kopfförmigen (oder kurz-kätzchenförmigen) Gruppen (Morus) oder auf einer flach-scheibenförmigen (Dorstenia) oder in einer krugförmig ausgehöhlten (Ficus — § 136) Ausbreitung der Axe. Fruchtknoten meist 1fächerig (zuweilen noch mit 1

unfruchtbaren Fache), mit 1 anatropen, wandständigen Samenknospe und 2 Narben. Keimling gekrümmt, innerhalb des fleischigen Eiweisses. 1000 (?) Arten der wärmeren Zonen.

Morus alba L., weisser Maulbeerbaum (China, Persien), der Seidenzucht wegen wichtiger Culturbaum, da die Blätter unentbehrliche Nahrung für die Seidenraupe sind. Die fruchtreifen Blüthen der Kätzchen verwachsen zu den sogenannten Maulbeeren. M. nigra L., schwarzer M. (Kleinasien), der Scheinfrüchte wegen cultivirt. Broussonetia papyrifera Vent., Papiermaulbeerbaum, Japan; die Bastfasern in Japan zur Papierbereitung dienend. Ficus Carica L., Feige (Orient), der Früchte wegen cultivirt; dieselben auch officinell (Caricae — Fruchtzucker, Gummi). F. elastica Roxb., Gummibaum (Ostindien), liefert Kautschuk und wird oft als Zimmerpflanze gezogen. F. religiosa L. (Ostindien) liefert Schellack. Maclura aurantiaca Nutt. (Nordamerika), Holz zum Gelbfärben verwendet.

105 Arten, davon 99 zu Ficus gehörig, treten von der Kreide an fossil auf.

648. (Fam. 159.) Artocarpeae. Holzgewächse mit Milchsaft; die Samenknospe sehr verschieden, der Same ohne Eiweiss; sonst wie vorige Familie. 200 tropische Arten.

Artocarpus incisa L. und A. integrifolia L., Brodfruchtbaum (Südseeinseln, Ostindien), in den gesammten Tropen der 2—3 Pfund schweren, kopfgrossen, stärkemehlhaltigen Scheinfrüchte (wie Maulbeere) wegen als wichtiges Nahrungsmittel cultivirt; der Bast zu Geweben verarbeitet. Antiaris toxicaria Lechen., Upas (Java), liefert in seinem Milchsafte ein sehr gefürchtetes Pfeilgift, Galactodendron utile Kth., Kuhbaum (Südamerika), dagegen ein süsses, wohlschmeckendes Getränk. — 13 Arten (4 Gattungen) im Tertiär.

649 (Fam. 160) Cannabineae. Krautartige Gewächse ohne Milchsaft, mit gegenständigen oder abwärts spiraligen, gefingerten oder gelappten, selten ungetheilten Blättern und freien oder verwachsenen, bleibenden Nebenblättern. B diöcisch, in rispigen oder geknäuelten Blüthenständen. P der ♂ B 5theilig, mit 5 in der Knospe geraden Staubgefässen. P der ♀ B röhrig, ungetheilt, den Fruchtknoten dicht umschliessend. Letzterer 1fächerig, mit 1 hängenden, campylotropen Samenknospe und 2 Narben. Nuss. Samen ohne Endosperm, mit gebogenem oder spiralig gewundenem Keimling. 4 asiatische Arten, davon 2 in Europa cultivirt und verwildert.

Cannabis: Keimling gebogen. C. sativa: einjährig, mit aufrechten Stengeln, 5—7zählig-gefingerten Blättern, knäuelartig gedrängten ♀ B.

Humulus: Keimling spiralig. H. Lupulus: ausdauernd, mit rechts windenden Stengeln 3—5lappigen Blättern und zapfenartigen ♀ Blüthenständen.

Cannabis sativa L., Hanf, in Ostindien heimisch, wird als wichtige Gespinnstpflanze cultivirt. Die Früchte geben fettes Oel und sind auch officinell (Fructus Cannabis); das Kraut der ♀ Pflanze im Oriente als Genussmittel (Haschisch) verwendet, bei uns officinell (Herba Cannabis indicae — Cannabin, ätherisches Oel). Humulus Lupulus L., Hopfen, die zapfenartigen Fruchtstände (Strobili Lupuli) enthalten in kleinen gelben Drüsenhaaren das officinelle Lupulin; da dieselben bei der Bierbereitung Verwendung finden, so wird der Hopfen auch im Grossen gebaut (Böhmen, Bayern etc.) — Eine Art der Gattung Humulus im Tertiär.

650. (Fam. 161.) Ulmaceae. Bäume oder Sträucher ohne Milchsaft, mit abwechselnden, 2zeiligen, einfachen, meist ungleichseitigen Blättern und abfallenden Nebenblättern. B meist ☿. P 4—6theilig oder -spaltig, seltener 3- oder 8—9zählig. A 4—12, so viele oder doppelt so viele als Perigontheile. Fruchtknoten 1—2fächerig, jedes Fach mit 1 hängenden Samenknospe. 2 Narben. 140 Arten der nördlichen temperirten und warmen Zone.

I. Ulmoideae. Fruchtknoten 1—2fächerig; Samenknospe gestielt. Frucht eine stets 1samige Flügelfrucht oder Nuss. Keimling gerade. Same ohne Eiweiss. Ulmus. — 33 Arten im Tertiär, davon 28 zu Ulmus.

II. Celtidoideae. Fruchtknoten 1fächerig; Samenknospe sitzend. Frucht eine Steinfrucht; Keimling gekrümmt, im spärlichen Endosperm. Celtis. — 7 Arten im Tertiär.

Ulmus campestris L. und U. effusa Willd., Rüstern, liefern werthvolles Werkholz, daher wichtig als Waldbäume.

651 ? (Fam. 162.) Plataneae Bäume ohne Milchsaft, mit grossen, gelappten Blättern und die Blattknospen einschliessenden, tutenförmig verwachsenen Nebenblättern. B 1häusig, die ♂ wie ♀ in hängenden, kugelförmigen Köpfen. P rudimentär, aus keulenförmigen Schuppen bestehend, zwischen denen in den ♂ Köpfen ∞ Staubgefässe mit sehr kurzen Filamenten, in den ♀ ∞ 1fächerige Fruchtknoten mit 2 hängenden orthotropen Samenknospen und 1 Griffel stehen. Die Früchte sind Nüsschen mit endospermhaltigem Samen. 5 westasiatische und nordamerikanische Arten der Gattung:

Platanus occidentalis L. (Nordamerika) und P. orientalis L. (Orient), Platane, bei uns als Zierbäume cultivirt. — 7 Arten in der Kreide und im Tertiär.

59. Ordnung. Amentaceae.

B klein, unscheinbar, in Kätzchen stehend, eingeschlechtlich. Fruchtknoten unterständig, meist 2—3fächerig, jedes Fach mit 1 hängenden anatropen Samenknospe. Same ohne Endosperm.

652. (Fam. 163.) Betulaceae. Holzgewächse mit spiralig stehenden, oft zweizeiligen Blättern und abfallenden Nebenblättern. B 1häusig in ährenförmigen, seitlichen und terminalen Kätzchen, zu 3 oder (beim Fehlschlagen der Mittelblüthe) zu 2 an kurzen Seitenzweigen, die aus der Achsel spiralig stehender Schuppen entspringen. P der ♂ B aus meist 4, oft verwachsenen Blättern gebildet, manchmal rudimentär oder fehlend, mit freien, bodenständigen Staubgefässen, die bei gleicher Zahl vor den Perigontheilen stehen. Staubbeutel mit mehr oder weniger getrennten Hälften. P der ♀ B oberständig. Fruchtknoten 2fächerig, jedes Fach mit 1 hängenden Samenknospe. Frucht eine durch Fehlschlagen des einen Faches einfächerige Nuss, ohne Cupula. Bewohner der nördlichen gemässigten und kalten Zone.

Betula: ♂ B. Mittelblüthe mit Seitenblüthen der Trugdöldchen ohne entwickelte Vorblätter. P 4blätterig, das vordere Blatt viel grösser, die hintern oft verkümmernd. A 2, zuweilen 3 in jeder B, bis zum Grunde 2theilig.

♀ B. Trugdöldchen 3-, seltener durch Verkümmerung der Mittelblüthe 2blüthig, die 2 Vorblätter derselben mit dem Tragblatte zu einer 3lappigen oder 3spaltigen Schuppe verwachsend, welche mit der Frucht abfällt. Frucht eine häutig-2flügelige Nuss.

Alnus: ♂ B. Mittelblüthe mit 2 Vorblättern; von den Vorblättern der Seitenblüthen nur die vordern entwickelt. Die Vorblätter grösstentheils mit dem Tragblatte verwachsen. P 4spaltig, die vorderen Abschnitte etwas grösser. A 4, die Antheren 2theilig. ♀ B: Trugdöldchen stets 2blüthig. Vorblätter mit dem Tragblatte zu einer verholzenden (auch nach dem Abfallen der nicht oder undurchscheinend geflügelten Nuss) stehen bleibenden Schuppe verwachsen.

Die Arten beider Gattungen sind wichtige Forstgewächse, die gutes Nutzholz liefern. Rinde von Betula alba in Russland zur Destillation des Birkentheeres für die Bereitung des Juchtenleders verwendet. — 76 Arten im Tertiär und Quartär (Betula 41, Alnus 31).

653. (Fam. 164.) Corylaceae (Carpineae). ♂ B ohne P, aus 4—12 ihrer Deckschuppe angewachsenen, häufig gespaltenen Staubgefässen bestehend. ♀ B mit oberständigem P, ihre Vorblätter mit der Deckschuppe zu einer sich nach der Blüthe vergrössernden, gelappten oder zerschlitzten Hülle, der Cupula, verwachsend. Sonst wie vorige Familie.

Corylus: ♂ B mit völlig gespaltenen Staubgefässen (8 Hälften). ♀ Blüthenstand laubknospenartig: unter mehreren der dicht anliegenden Schuppen einer Knospe findet sich je ein Zweiglein mit 2 Vorblättern, welches 2 Blüthen mit je 2 weiteren Vorblättern trägt.

Carpinus: ♂ B mit 6—12 Staubgefässen mit getrennten Antherenhälften. ♀ B in einem sehr lockeren Kätzchen. Perigonsaum die Nuss krönend, deutlich 6zähnig.

Corylus Avellana L., Haselnuss, C. tubulosa L., Lambertsnuss; beide der Früchte wegen geschätzt. Carpinus Betulus L., Weiss- oder Hainbuche, Hornbaum; des festen und dichten Holzes wegen werthvoller Waldbaum.

44 Arten im Tertiär.

654. (Fam. 165.) Cupuliferae (Fagaceae). Bäume mit spiralig stehenden Blättern mit hinfälligen Nebenblättern. B in verschiedenartigen Inflorescenzen, die ♂ in verlängerten oder kugelförmigen Kätzchen, ihr P 5—10spaltig oder-theilig, mit 5—20 bodenständigen oder dem Grunde des P eingefügten, ungespaltenen Staubgefässen. ♀ B einzeln oder bis zu 5 in einer aus zahlreichen, verwachsenen Hochblättern gebildeten Hülle, der Cupula, welche sich nach der Blüthezeit vergrössert und die Frucht später entweder nur an der Basis (Quercus), oder vollständig (Castanea, Fagus) umgiebt und in letzterem Falle kapselartig sich spaltet. Fruchtknoten 3—6fächerig, jedes Fach mit 2 Samenknospen. 3—6 fadenförmige oder eine 3lappige Narbe. Frucht eine 1samige, selten 2samige Nuss, oft mit Rudimenten der fehlschlagenden Samen. 300 Arten der gemässigten (besonders nördlichen gemässigten) und warmen Zone.

I. ♂ Blüthenstand fast kugelig. P 5—6spaltig. A 8—12. P der ♀ B am Saume zerschlitzt. 3 Narben. Frucht 3kantig, 1samig. Cupula geschlossen, 4spaltig, mit 2—5 Früchten, auf der Oberfläche stachelig: Fagus.

II. ♂ Blüthenstand verlängert, ährenförmig.

A. ♂ Kätzchen dichtblüthig. P 5—6theilig. A 10—15. P der ♀ B 6spaltig; Narben meist 6. Cupula geschlossen, 4spaltig, mit 2—5 Früchten. Frucht rundlich, 1—2samig: Castanea.

B. ♂ Kätzchen unterbrochen-blüthig; P 6—8theilig; A 6—10. Weibliche Hülle nur 1blüthig, napfförmig, ihre Blättchen schuppenartig. Narbe 3lappig. Frucht eiförmig, 1samig: Quercus.

Die meisten Arten sind des Holzes wegen wichtige Forstbäume, viele nordamerikanische Eichen bei uns Zierbäume. Quercus pedunculata Ehrh., Stieleiche und Q. sessiliflora Sm., Traubeneiche; beide sind wichtige Waldbäume, deren Holz werthvolles, dauerhaftes Nutzholz; die Rinde zur Bereitung der Gerberlohe und auch officinell (Cortex Quercus — Gerbstoff, Quercin); die Früchte officinell (Semen Quercus — Gerbstoff, Stärke, fettes Oel, Zucker). Q. infectoria Oliv. (Orient) liefert die echten levantischen Galläpfel (Gallae asiaticae — Gallusgerbsäure, Gallussäure etc.), welche durch den Stich von Cynips Gallae tinctoriae Oliv. an den Zweigen erzeugt werden. Q. Suber L., Korkeiche (Spanien, Nordafrika), liefert Kork, Q. tinctoria Willd. (Nordamerika) das an gelbem Farbstoff reiche Quercitronholz. Fagus sylvatica L., Rothbuche, wichtiger Waldbaum mit vorzüglichem Holze und zur Oelbereitung dienenden Früchten (Bucheckern). Castanea vulgaris Lam. (C. vesca Gärtn.), essbare Kastanie (Südeuropa), mit essbaren Samen (Maronen).

196 Arten von der Kreide bis zum Quartär, davon 177 Arten der Gattung Quercus.

655. ? (Fam. 166.) Hamamelideae. Holzgewächse mit einfachen Blättern und abfallenden Nebenblättern. B ☿ oder eingeschlechtig, mit 4—5zähligem K und C, doch letztere oft fehlend. Staubgefässe doppelt so viele als Kelchtheile, oder ∞. Fruchtknoten 2fächerig, jedes Fach mit 1 hängenden Samenknospe. Kapselfrucht. Same mit Endosperm. 25 Arten in gemässigten und warmen Klimaten.

Hamamelis virginica L. (Nordamerika), mit essbaren Samen, bei uns manchmal in Gärten cultivirt.

II. Reihe. Terebinthinae.

Meist aromatische Gewächse mit oft gefiederten Blättern, meist ohne Nebenblätter. B meist ✶, ☿ oder eingeschlechtlich. 2 Staubblattkreise, seltener mehr, der vor der C stehende oft fehlschlagend. Fruchtknoten ober- oder unterständig, mit 1 oder mehr getrennten Fruchtblättern oder diese zu einer meist mehrfächerigen Frucht verwachsen. Fächer mit 1—mehren Samenknospen.

60. Ordnung. Juglandinae.

B nackt oder mit einfachem P.

656. (Fam. 167.) Myricaceae. Sträucher mit spiralig stehenden, einfachen, mit Harzdrüsen besetzten Blättern, ohne oder mit hinfälligen Nebenblättern. B ein- oder 2häusig, in Aehren in den Achseln schuppenartiger Tragblätter. P 0 oder rudimentär. ♂ B öfter mit 2 Vorblättern, mit 2—6, seltener mehr Staubgefässen. ♀ B mit 2 - 6 Vorblättern (P ?), die nur am Grunde etwas mit dem 1fächerigen, aus 2 Carpellen bestehenden Fruchtknoten verwachsen sind. Eine aufrechte, sitzende, orthotrope Samenknospe. 2 Narben. Nuss. Same ohne Endosperm. 40 Arten der gemässigten Zonen.

Myrica Gale L., Gagel, ein in Norddeutschland in sumpfigen Wäldern und auf Mooren häufiger Strach. M. cerifera L. (Nordamerika) scheidet auf den Früchten nutzbares Wachs ab. — 89 Arten im Tertiär und Quartär.

657. (Fam. 168.) Juglandaceae. Bäume mit gefiederten, nebenblattlosen Blättern. B einhäusig, mit den Blättern sich entwickelnd, die ♂ in verlängerten, seitenständigen Kätzchen, die ♀ in endständigen Aehren oder knäuelartig, beide in den Achseln schuppenartiger Tragblätter und mit diesen verwachsen. P der ♂ B meist 4theilig, durch Verbindung mit den 2 Vorblättern scheinbar 6theilig — oder auch 0. A 4 — ∞. P der ♀ B oberständig, 4lappig, oder mit diesem noch eine aus dem Tragblatte und 2 Vorblättern entstandene Hülle verwachsen, oder 0. G $\overline{(2)}$, bis über die halbe Höhe 2fächerig, mit unvollständigen Scheidewänden, 2 Narben und 1 aufrechten, orthotropen Samenknospe. Frucht eine von einer meist grünen, fleischigen, aus dem P und der Hülle gebildeten Schale umgebene, beim Keimen durch Mitteltheilung der Fruchtblätter 2klappige Nuss. Same ohne Endosperm. Keimblätter 4theilig, vielfach gefaltet. 33 Arten der nördlichen gemässigten Zone, besonders in Amerika.

Juglans regia L., Wallnuss, aus Asien stammend, liefert schätzbares Möbelholz und essbare, ölreiche Früchte, deren Rinde (Cortex Nucum Juglandis — Gerbstoff, Nucin) officinell ist, während die jungen Früchte eingemacht werden. Officinell sind ferner die Blätter (Folia Juglandis). J. nigra L. und J. cinerea L., beide aus Nordamerika, oft als Zierbäume; ebenso Carya-Arten (C. alba, porcina etc. liefern das „Hickory-Holz") aus Nordamerika und Pterocarya caucasica C. A. Mey. aus dem Kaukasus.

92 Arten (davon 47 von Juglans und 23 von Carya) kommen im Tertiär vor.

658. ? (Fam. 169.) Casuarineae Bäume oder Sträucher mit hängenden, fadenförmigen, wirtelig gestellten, gegliederten Zweigen und mit scheidenförmigen Blättern, durch den ganzen Habitus an die Schachtelhalme erinnernd. B monöcisch oder diöcisch, die ♂ in Kätzchen, mit 2 - 4blätterigem P und A 1; die ♀ in Köpfchen, ohne P, mit G (2), mit 1 hängenden anatropen Samenknospe. Frucht eine von den verholzenden Deckblättern eingeschlossene Nuss, der ganze Fruchtstand einem kleinen Tannenzapfen ähnlich. Same eiweisslos, mit geradem Keimling. 30 meist australische Arten.

Mehrere Arten liefern ein hartes Nutzholz.

659. ? (Fam. 170.) Balsamifluae. Bäume oder Sträucher mit abwechselnden, meist gelappten Blättern und hinfälligen Nebenblättern. B monöcisch, in meist kugeligen Kätzchen. P 0. A ∞, mit Schuppen untermischt. G (2), ∞, 2fächerig, mit ∞ an der Scheidewand sitzenden Samenknospen und 2 Griffeln. Kapseln 2klappig, zu einem kugeligen Zapfen verbunden. Same mit geradem, vom spärlichen Endosperm eingeschlossenen Keimling. 6 Arten der gemässigten und warmen Zonen; nur die Gattung

Liquidambar. L. styraciflua L. (Nordamerika) lieferte die früher officinelle Ambra liquida, L. orientale L. (Orient) giebt aus der frischen Rinde Styrax liquidus (Styrol, Metastyrol, Styracin, Zimmtsäure).

61. Ordnung. Rutinae.

B meist mit K und C, selten letztere fehlend.

660. (Fam. 171.) Terebinthaceae. Holzgewächse mit abwechselnden, nebenblattlosen Blättern. B in end- oder achselständigen Rispen, klein, oft durch Fehlschlagen 1- oder 2häusig, meist 5zählig. K 3—5zähnig, die Blumenblätter mit seinen Abschnitten wechselnd, in der Knospe dachziegelig oder klappig. A 5, 10 oder ∞. G $\underline{(1-5)}$. Griffel meist ungetheilt oder fehlend. 600 meist tropische Arten.

I. Anacardieae. Fruchtknoten meist 1fächerig, mit 1 Samenknospe, oder mehrfächerig, dann aber die anderen Fächer unfruchtbar.

Pistacia Lentiscus L. (Südeuropa) liefert Mastix (Resina Mastix — Mastixsäure, Masticin), P. vera L. (Südeuropa) die als Gewürz benutzten Pistazien; P. Terebinthus L. (Südeuropa) früher officinell (Terebinthina cypria). Rhus Toxicodendron Michx., Giftsumach (Nordamerika), besitzt officinelle Blätter (Folia Toxicodendri — Toxicodendronsäure). R. Cotinus L., Perückenbaum (Südeuropa), oft als Zierstrauch cultivirt; ebenso R. typhina L., Essigbaum (Nordamerika); R. semialata Murr. (China) liefert die sehr gerbstoffreichen chinesischen Gallen. Anacardium occidentale L. (Westindien) und A. orientale L. (Ostindien) lieferten in den Früchten die früher officinellen „Elephantenläuse" (Anacardia). Mangifera indica L. (Ostindien), der wohlschmeckenden Früchte (Mango) wegen in allen Tropenländern gebaut.

78 Arten im Tertiär, darunter 57 Arten der Gattung Rhus.

II. Burseraceae. Fruchtknoten aus 2—5 verwachsenen Carpellen bestehend, mit mehreren Samenknospen in jedem Fache.

Boswellia serrata Stackh. (Arabien, Ostafrika) liefert Weihrauch (Olibanum, ein Gummiharz mit ätherischem Oel), Balsamodendron Myrrha Nees und B. gileadense u. a. A. (Arabien) Myrrhen (Gummiharz), Icica Icicariba DC. (Südamerika) Elemi (Harz). Das Takamahaka-Harz von Elaphrinum tomentosum Jacq. (Südamerika) nicht mehr gebräuchlich.

Eine Art im Tertiär.

661. (Fam. 172.) Rutaceae. Kräuter oder Holzgewächse mit abwechselnden, einfachen oder getheilten Blättern, meist ohne Nebenblätter. B in Rispen oder Trugdolden, ☿ oder durch Fehlschlagen eingeschlechtlich, ihr Typus K 5, C 5, A 5 oder 10, selten mehr, G $\underline{(2-5)}$. Blumenblätter in der Knospe dachziegelig, selten klappig. Staubfäden zuweilen verwachsen. Fruchtblätter getrennt, oder zu einem mehrfächerigen Fruchtknoten mit eben so vielen getrennten oder verwachsenen Griffeln verbunden. Samenknospen in jedem Fache 2 oder mehr, anatrop. Kapselfrucht. Samen mit oder ohne Endosperm. Alle Theile meist reich an Oeldrüsen. 700 Arten in den Tropen und gemässigten Zonen.

I. Ruteae. Blätter spiralig stehend. Blumenblätter und Staubgefässe am Grunde des Fruchtknotenstieles eingefügt. Fruchtknoten auf einer Drüsenscheibe, tief 2–5lappig, Fächer mit 1 — ∞ Samenknospen. Griffel verwachsen. Frucht durch Mitteltheilung oder die Lappen einwärts aufspringend. Wand der Fächer sich nicht in 2 Schichten trennend. Same mit Endosperm.

Ruta graveolens L., Raute (Südeuropa), die Blätter officinell (Folia Rutae — ätherisches Oel, Rutin).

II. Diosmeae. Blätter gegenständig oder spiralig. Blumenblätter und Staubgefässe meist unter einer unterweibigen Scheibe eingefügt, letztere zuweilen verwachsen. Früchtchen getrennt oder unten verwachsen, mit 2 Samenknospen, auf der Innenseite aufspringend, wobei sich die äussere Schicht der Fruchtschale elastisch von der inneren Schicht ablöst. Endosperm vorhanden oder fehlend.

Dictamnus Fraxinella Pers., Diptam, in Deutschland. Galipea officinalis Hanc. (Columbien) liefert die Angostura-Rinde. Von Barosma crenata Kze., B. crenulata Hook. u. a. A. stammen die breiten, von B. serratifolia Willd., Empleurum serrulatum Ait. u. a. A. die langen Buccoblätter (Folia Bucco — ätherisches Oel, Diosmin ? etc.); alle am Cap heimisch.

III. Xanthoxyleae. Bäume oder Sträucher mit gegenständigen oder spiraligen, gefiederten Blättern. B meist eingeschlechtlich oder vielehig. Blumenblätter und Staubgefässe am Grunde des Fruchtknotens eingefügt. Fruchtblätter getrennt oder verwachsen, mit 2, selten 4 Samenknospen. Frucht meist beerenartig, seltener Flügelfrucht oder in die einwärts aufspringenden Früchtchen zerfallend. Same mit Eiweiss.

Ptelea trifoliata L. (Nordamerika) mit Flügelfrucht und Ailanthus glandulosa Desf., Götterbaum (China), mit Flügelfrucht, bei uns in Gärten als Ziergewächse cultivirt. — 25 Arten im Tertiär.

IV. Simarubeae. An Bitterstoffen reiche Bäume oder Sträucher mit meist eingeschlechtlichen, 3—5zähligen Blüthen, meist 10 einem mehr oder weniger entwickelten Stempelträger eingefügten Staubgefässen und 3—5 mit einander quirlig verbundenen Steinfrüchten mit eiweisslosen Samen.

Quassia amara L. (tropisches Amerika) liefert officinelles Holz und Rinde (Lignum et Cortex Quassiae - Quassiin enthaltend). Von Simaruba-Arten des tropischen Amerika war die Rinde früher ebenfalls officinell.

Die kleinen Familien der Ochnaceae (170 tropische, besonders amerikanische Arten) und Connaraceae (140 tropische Arten) schliessen sich vielleicht hier an.

III. Reihe. Tricoccae.

662. B eingeschlechtlich, mit einfacher oder doppelter Blüthenhülle oder diese ganz fehlend. Fruchtknoten meist 3fächerig, in jedem Fache 1 oder 2 meist hängende, anatrope Samenknospen, die an der Spitze ein fleischiges Anhängsel haben. Griffel und Narben getrennt oder verwachsen. Frucht meist 3knöpfig, die Fächer häufig zur Reifezeit sich von einer bleibenden Mittelsäule elastisch ablösend. Same mit reichem Endosperm. Keimling meist gerade.

62. Ordnung. Tricoccae.

663. (Fam. 173.) Euphorbiaceae. Vielgestaltige, fast stets mit

scharfem Milchsaft versehene Pflanzen mit gegenständigen oder spiraligen Blättern ohne oder mit hinfälligen Nebenblättern. B meist eingeschlechtlich, in sehr verschiedenartigen Blüthenständen; die Blüthenhüllen zuweilen auf Schuppen reducirt oder ganz fehlend, gewöhnlich einfach, grünlich, unscheinbar, 4—6zählig, seltener vielblätterig. A 1—∞, oft verzweigt. G meist (3), 3fächerig, die Fächer 1—2eiig, die Samenknospen hängend, die Fächer zur Reifezeit sich von einer bleibenden Mittelsäule ablösend. 3500 Arten in Tropen und gemässigten Klimaten.

I. Stenolobeae. Cotyledonen schmal, halbcylindrisch. Nur australische Gattungen.

II. Platylobeae. Cotyledonen breit und flach.

A. Fruchtknotenfächer mit 2 Samenknospen: Phyllantheae und Bridelieae.

B. Fruchtknotenfächer mit 1 Samenknospe: Crotoneae, Acalypheae (Mercurialis, Ricinus), Hippomaneae, Dalechampieae, Euphorbieae (Euphorbia).

Euphorbia: Nach einer Auffassung sind die Blüthen dieser Gattung ☿. Das P ist 1blätterig, glockig, am Rande mit 4—5 dicken, rundlichen oder halbmondförmigen Drüsen und zwischen diesen mit Zwischenzipfeln besetzt. Staubgefässe 4—12 oder mehr, am Grunde mit Schuppen. Fruchtknoten auf einem stielartigen Gynophorum. — Nach der anderen Auffassung ist die sogenannte Blüthe eine monöcische Inflorescenz (Cyathium). Die einblätterige Hülle schliesst viele ♂, mit einem Vorblatte versehene B ohne Perigon und 1 ♀ perigonlose Blüthe ein. — 3 Griffel mit je 2lappiger Narbe.

Mercurialis: B 2häusig, selten 1häusig. ♂ B mit 3—4theiligem P und A 9—12 oder mehr. ♀ B mit 3—4theiligem P, 2—3 Staminodien und 1 Fruchtknoten mit 2 oder 3 Griffeln. Frucht 2- oder 3köpfig.

664. Wichtigere Arten sind:

Euphorbia officinarum L. (tropisches Afrika) und E. canariensis L. (canarische Inseln), catusartige Formen, liefern ein officinelles Gummiharz (Euphorbium — Harz mit Euphorbon, Bassorin etc.). Hippomane Mancinella L., Manschinellbaum (Westindien), mit apfelähnlichen, sehr giftigen Früchten. Stillingia sebifera Michx. (China, Nordamerika) liefert Wachs. Caelebogyne ilicifolia Sm. (Australien) wird oft in Glashäusern cultivirt und soll sich dort parthenogenetisch (?) fortpflanzen. Siphonia elastica Pers. (tropisches Südamerika) u. a. A. der Gattung liefern das meiste Kautschuk des Handels. Maniho utilissima Pohl (Jatropha Manihot L.), in Südamerika, besitzt in der starken, bis 30 Pfund schweren Wurzel sehr viel Stärke, welche als Cassavemehl ein wichtiges Nahrungsmittel ist und gereinigt auch als Tapiocca oder brasilianisches Arrow-root in den Handel kommt; die frische Wurzel enthält dabei ein schnell tödtendes Gift, das durch Rösten entfernt wird. Ricinus communis L., in Asien heimisch, aber in den Tropen cultivirt, liefert in den Samen das officinelle Ricinusöl. Rottlera tinctoria Roxb. (tropisches Asien, Neuholland) besitzt auf den Früchten rothe Drüsen (und Sternhaare), die als „Kamala“ (Glandulae Rottlerae — Harz, Rottlerin) officinell sind und ausserdem rothen Farbstoff liefern. Croton Tiglium L. (Tiglium officinale Kl.) aus Ostindien giebt aus den fettreichen Samen officinelles Crotonöl (enthält Crotonolsäure etc.); von C. Eluteria Sw., C. Cascarilla Benn., C. Sloanei Benn. u. a. A. Westindiens stammt die officinelle Cascarilla - Rinde (Cortex Cascarillae — Cascarillin, ätherisches Oel, Harz etc.). Crozophora tinctoria Juss. (Südeuropa, Nordafrika) enthält einen blauen Farbstoff. Die Arten der Gattung Phyllanthus zeichnen sich durch die blattartigen Zweige aus, an deren Rändern die Blüthen stehen, während die Blätter zu Schuppen reducirt sind. — 12 Arten aus 6 Gattungen in tertiären Schichten.

665. (Fam. 174.) Buxaceae. Sträucher ohne Milchsaft. B in Aehren oder Trauben, monöcisch, die ♂ seitlich, mit 4theiligem P und 4 den Perigonlappen gegenüberstehenden Staubgefässen, die eine ♀ B gewöhnlich terminal, mit 4—12theiligem P und 2—3fächerigem Fruchtknoten, mit 2 hängenden Samenknospen in jedem Fache. Die Kapsel fachspaltig aufsprin-

gend. Sonst wie die Euphorbiaceen. 31 Arten in den Tropen und gemässigten Zonen.

Buxus sempervirens L., Buchsbaum, Südeuropa, mit werthvollem Holze, das besonders zur Herstellung von Holzschnitten Verwendung findet. Häufig als Zierstrauch.

666. (Fam. 175.) Empetraceae. Kleine immergrüne Sträucher mit nadelähnlichen Blättern und arm- (meist 1-)blüthigen Inflorescenzen in den Achseln der oberen Laubblätter. B 3zählig, diöcisch. Fruchtknoten aus 3, 6 oder 9 Fruchtblättern, mit eben so vielen Fächern, in jedem Fache mit 1 aufsteigenden Samenknospe. Steinfrucht. 4 in den gemässigten Zonen zerstreute Arten.

Empetrum nigrum L., Rauschbeere, auf norddeutschen Mooren häufig.

IV. Reihe. Aphanocyclicae.

Spiralig gebaute, hemicyclische oder cyclische B mit meist freien oder nur im Gynaceum verwachsenen Blattgebilden, die der Blüthenhüllen meist deutlich in K und C gesondert. Zahlenverhältnisse sehr wechselnd, meist mehr Staubgefässe als Perigonblätter. Die Carpelle meist mehrere monocarpe Fruchtknoten bildend.

63. Ordnung. Hydrobryinae.

Wasserpflanzen mit unvollständigen B. Von sehr zweifelhafter Verwandtschaft.

667. (Fam. 176.) Podostemaceae. Krautige, untergetaucht wachsende Wasserpflanzen, vom Ansehen der Najadeen oder mancher Algen, oft mit haarförmig zerschlitzten Blättern. B unscheinbar, ☿ oder eingeschlechtlich. P 0 oder 3—5theilig. A 1 oder mehr, frei oder verwachsen. Fruchtknoten 1—3fächerig, meist mit centralen Samenträgern und ∞ Samenknospen. Kapsel mit ∞ eiweisslosen Samen. 100 tropische, meist südamerikanische Arten.

668. (Fam. 177.) Callitrichaceae. Untergetauchte oder auf dem Uferschlamm kriechende Kräuter mit gegenständigen, ungetheilten, nebenblattlosen Blättern. B achselständig, mit 2 gegenständigen, weissen, häutigen Vorblättern, ☿ oder durch Fehlschlagen einhäusig. P 0. ♂ B mit A 1; die ♀ mit G (2), mit 2 Griffeln, durch falsche Wände 4fächerig, jedes Fach mit 1 anatropen, hängenden Samenknospe, bei der Frucht sich in 4 Nüsschen spaltend. 25 europäische und nordamerikanische Arten. — Callitriche.

669. (Fam. 178.) Hippurideae. Auftauchende Wasserpflanzen mit quirlig gestellten, einfachen Blättern. B in den Achseln der Blätter, ☿, mit undeutlichem, oberständigem P, 1 vorne stehenden Staubgefässe und 1 hinten stehenden 1fächerigen Fruchtknoten, aus 1 Carpellblatte, mit 1 Griffel, mit 1 hängenden, anatropen Samenknospe. Frucht nussartig. Nur 2 Arten. — Hippuris vulgaris L., Tannenwedel.

670. (Fam. 179.) Ceratophylleae. Untergetauchte Wasserpflanzen mit quirlig stehenden, wiederholt gegabelten, starren Blättern mit fadenförmigen Zipfeln. B einhäusig, in den Blattachseln sitzend. ♂ mit einem 12blätterigen, weisslichen P und A 12—24 mit fast sitzenden Staubbeuteln. ♀ B mit 9—12blätterigem, grünem P. $G\underline{1}$, 1fächerig, mit 1 Griffel und 1

hängenden, orthotropen Samenknospe. Frucht eine Nuss, von dem bleibenden Griffel gekrönt, oft mit grundständigen Stacheln. Same mit äusserst spärlichem Eiweiss. 4 Arten der gemässigten Zone. — Ceratophyllum, Hornblatt.

64. Ordnung. Hydropeltidinae.

B meist spiralig und (mit Ausnahme der Fruchtblätter) ohne scharfe Abgrenzung der einzelnen Blattformationen. Wasserpflanzen mit grossen, meist schwimmenden Blättern.

671. (Fam. 180.) Nymphaeaceae. Stamm kriechend, dick, mit zerstreuten Gefässbündeln. Blätter lang gestielt, schild- oder herzförmig, schwimmend, in der Knospe eingerollt, meist pergament- oder lederartig. B ansehnlich, aufgetaucht, lang gestielt, ☿. K 4—5, in der Knospe dachziegelig, grün oder gefärbt. C ∞, allmälig in die A ∞ übergehend und wie diese und der K spiralig G ($\underline{\infty}$), mit vielstrahliger Narbe und vielfächerigem Fruchtknoten, in jedem Fache mit ∞ anatropen, wandständigen Samenknospen. Frucht eine Beere. Keimling kurz, gerade, innerhalb des Endosperms in einer Vertiefung des Perisperms liegend. 28 Arten in der warmen und gemässigten Zone.

Nymphaea: K 4. C ∞, ohne Honiggrübchen. Weiss blühend.

Nuphar: K 5. C ∞, auf dem Rücken mit Honiggrübchen. Gelb blühend.

Victoria regia Lindl., im Gebiete des Amazonas in Südamerika, oft in Glashäusern cultivirt, durch bedeutende Dimensionen der B und schildförmigen Blätter ausgezeichnet. — 18 Arten im Tertiär.

672. (Fam. 181.) Nelumbiaceae. K 4—5, C ∞ in die A ∞ übergehend. G $\underline{\infty}$; die einzelnen monomeren, je 1—2 grundständige Samenknospen enthaltenden Fruchtknoten sind in grubige Vertiefungen des fleischigen Blüthenbodens eingesenkt. Nuss mit endospermlosem Samen. 2 Arten, von denen Nelumbium luteum Willd. in Nordamerika, N. speciosum Willd. im tropischen Asien heimisch ist. Letztere gilt als die geheiligte Lotosblume der alten Aegypter und Inder. — 3 Arten im Tertiär.

673. (Fam. 182.) Cabombeae. K 3, C 3, A 6—∞, G $\underline{3-\infty}$, die Fruchtblätter frei und quirlig, mit je 2—3 hängenden Samenknospen. Untergetauchte Blätter haarförmig vielspaltig, schwimmende schildförmig. — 3 Arten in Ostindien und Amerika.

65. Ordnung. Polycarpicae.

B spiralig oder cyclisch, im letzteren Falle jede Blattformation meist mit mehreren Kreisen. Fruchtknoten meist ∞, monomer, 1- oder ∞samig, selten nur einer.

A. Apetale Familien.

674. (Fam. 183.) Myristicaceae. Bäume oder Sträucher mit spiralig gestellten, ganzrandigen, lederartigen, nebenblattlosen Blättern. B achsel- oder endständig, einzeln oder in Rispen, diöcisch, cyclisch. P 3lappig, glockenförmig, lederig. A 3—15, unter sich säulenartig verwachsen. G ($\underline{2}$), 1fächerig, mit 1 aufrechten, anatropen Samenknospe und meist 2lappiger Narbe. Frucht eine fleischige, 2klappige Kapsel. Same mit einem unregelmässig zerschlitzten, rothen Samenmantel (arillus), mit harter, zerbrechlicher äusserer und brauner, häutiger, dünner innerer Schalenschicht, die

letztere in die faltigen Einbuchtungen des reichlichen, öligen Endosperms hineinwachsend, wodurch dieses beim Durchschneiden marmorirt erscheint. Embryo klein, gerade, im Grunde des Endosperms. 100 tropische Arten.

Myristica fragrans Houtt. (M. moschata Thbg., M. aromatica Lam.), Muskatnussbaum, auf den Molukken heimisch, in den meisten Tropengegenden cultivirt, liefert die „Muskatblüthe oder Macis", d. h. den Samenmantel (mit fettem und ätherischem Oel) und die Muskatnuss, d. h. das Endosperm der Samen mit der inneren braunen Schicht der Samenschale (Nux moschata — fettes und ätherisches Oel), beide als Gewürz benutzt und auch officinell.

675. (Fam. 184.) Lauraceae. Meist immergrüne Bäume mit lederigen, einfachen, seltener gelappten und abfallenden Blättern ohne Nebenblätter. B in Trauben, Rispen oder Trugdolden, ☿ oder durch Verkümmerung eingeschlechtlich. P kelchartig, mit 2 alternirenden, 2—3zähligen Kreisen, am Grunde verwachsenblätterig. A in 2—5 3gliederigen Kreisen, dem P oder dem Blüthenboden eingefügt, oft einige (oder in ♀ B alle) staminodienartig, die Antheren mit 2 oder 4 sich von unten nach oben lösenden Klappen aufspringend, die Staubfäden oft jederseits mit einer Drüse. G $\underline{(3)}$, 1fächerig, mit 1 hängenden, anatropen Samenknospe, 1 Griffel und 2—3lappiger Narbe. Beere oder Steinfrucht, oft von der bleibenden Perigonbasis umgeben, oder von dem verdickten, saftig werdenden Blüthenstiel gestützt. Same mit geradem Keimling, ohne Endosperm. 1000 meist den Tropen angehörende Arten.

I. Laureae. Charakter wie oben.

Laurus nobilis L., Lorbeer (Mittelmeerländer), die Blätter als Gewürz und die Beeren officinell (Baccae Lauri — ätherisches Oel, fettes Oel, Laurostearin, Laurin etc.). Cinnamomum zeylanicum Nees, Zimmtbaum, auf Ceylon heimisch, liefert die echte Zimmtrinde (Cortex Cinnamomi zeylanici, Cinnamomum acutum — Zimmtöl, Harz, Stärke, Gummi etc.), C. aromaticum Nees (China) die Zimmtkassia (Cassia cinnamomea, mit den Bestandtheilen der vorigen, aber in anderen Verhältnissen). Camphora officinarum Nees, Kampferbaum, in Ostasien heimisch, liefert den Kampfer (Camphora) durch Sublimation des Holzes und der Blätter. Dicypellium caryophyllatum Nees (Brasilien) liefert den Nelkenzimmt (Cassia caryophyllata). Das Holz von Sassafras officinalis Nees (Nordamerika) ist officinell (Lignum Sassafras — ätherisches Oel, Harz, Gerbstoff).

129 Arten aus 9 Gattungen in der Kreide und besonders im Tertiär (davon Laurus 40, Cinnamomum 20, Persea 21 Arten).

II. Cassytheae. Krautartige, chlorophylllose Schmarotzer vom Ansehen der Cuscuteen (§ 592), wie diese mittelst Haustorien sich anderen Pflanzen anheftend; sonst wie die Laureen, nur wird die nussartige Frucht vom fleischig werdenden P ganz eingehüllt.

Die Gattung Cassytha vorzüglich im tropischen Asien und Neuholland heimisch.

B. Familien mit K und C.

676 (Fam. 185.) Berberideae. Kräuter oder Sträucher mit spiraligen, getheilten oder ungetheilten Blättern. B ☿, cyclisch, 2—3zählig, der K in 2 oder mehr, C und A in je 2 Quirlen. C in der Knospe dachig, die Blätter am Grunde oft mit Honigdrüsen, selten gespornt. Staubfäden oft reizbar (§ 260), die Staubbeutel mit 2 sich von unten nach oben lösenden Klappen aufspringend. G $\underline{1}$, mit mehreren am Grunde oder neben der Naht sitzenden Samenknospen. Frucht meistens eine Beere. Same mit Endosperm. — 100 in den gemässigten Klimaten lebende Arten.

Berberis: K, C und A 6zählig. C ohne Nebenkrone. Sträucher.

Epimedium: K, C und A 4zählig. C mit kappenförmigen Nebenblumenblättern. Kräuter.

Berberis vulgaris L., Sauerdorn, Berberitze, liefert im Holze gelben Farbstoff; häufiger Zierstrauch. Mahonia aquifolium Hutt. (Nordamerika) häufiger Zierstrauch.

5 Arten der Gattung Berberis im Tertiär.

677. (Fam. 186.) Menispermaceae. Windende und klimmende Sträucher mit spiralig stehenden, meist hand- oder schildförmigen, manchmal gelappten, nebenblattlosen Blättern B in Trauben oder Rispen, 2häusig, oft mit Rudimenten der ♂ oder ♀ Geschlechtsorgane, ihre Glieder in 2—3-, selten 4—5zähligen Wirteln, der K in 2—10, C und A in je 2, seltener mehr Quirlen. G 1—6, selten mehr, jeder Fruchtknoten mit 1 Samenknospe. Steinfrüchte und Samen mehr oder minder gebogen. Samen mit oder ohne Endosperm. 100 meist tropische Arten.

Jateorrhiza palmata (J. Columbo Miers, Cocculus palmatus DC.) in Ostafrika liefert die officinelle Columbowurzel (Radix Columbo — Columbin, Berberin, Columbosäure, Stärke). Menispermum canadense L. (Nordamerika) bei uns häufig als Laubenbekleidung. Die Früchte von Anamirta Cocculus W. et Arn. (Ostindien) sind die giftigen Kokkelskörner. — 3 tertiäre Arten.

678. (Fam. 187.) Schizandraceae. Sträucher mit einfachen Blättern und eingeschlechtlichen B. K 3—6blätterig. C 6—9blätterig, A ∞, G ∞, 1fächerig, jeder mit 2 Samenknospen. Frucht beerenartig. Samen mit Eiweiss. 12 tropische Arten.

679. (Fam. 188.) Lardizabaleae. Schlingende Sträucher mit meist gefingerten Blättern und 1- oder 2häusigen B. K 3 oder 6, gefärbt. C 6, oft schuppenförmig oder fehlend. A 6, mit bald freien, bald verwachsenen Filamenten. G 3, einfächerig, jeder mit ∞ wandständigen Samenknospen. Samen mit Eiweiss. 13 tropische Arten.

680. (Fam. 189.) Magnoliaceae. Bäume oder Sträucher mit spiralig gestellten, oft lederartigen, ganzrandigen, selten gelappten Blättern mit hinfälligen, tutenförmigen Nebenblättern. B meist einzeln, seltener in Rispen, oft durch Grösse ausgezeichnet, ☿, spiralig, oder die C in mehreren Kreisen. K 3; C 3 + 3 oder ∞, dachig; A ∞; G ∞, spiralig oder quirlig, 1fächerig, mit 1—2 anatropen Samenknospen. Früchte balgkapsel- oder nussartig. Samen mit glattem Eiweiss. 60 Arten in wärmeren und gemässigten Klimaten.

I. Magnolieae. Fruchtknoten auf dem kegelförmig verlängerten Blüthenboden spiralig.

Magnolia Yulan Desf. (China), M. grandiflora L. (Nordamerika), M. fuscata Andr. (China) u. a. A. sind Zierpflanzen. Liriodendron tulipifera L., Tulpenbaum (Nordamerika), häufig als Zierbaum in Gärten.

II. Illicieae. Fruchtknoten quirlig.

Illicium anisatum L. (China, Japan) liefert den officinellen Sternanis (Fructus Anisi stellati — ätherisches und fettes Oel, Harz etc.). Von Drimys Winteri Forst. (Südamerika) stammt die früher officinelle echte Winterrinde (Cortex Winteranus).

24 Arten (21 Magnolia) kommen in der Kreide und im Tertiär vor.

681. (Fam. 190.) Anonaceae. Bäume oder Sträucher mit einfachen, ganzrandigen, nebenblattlosen Blättern. Blüthentypus K 3; C 3 + 3, klappig; A ∞; G 3—∞. Samen mit zerklüftetem Endosperm. 400 tropische Arten.

Die apfelgrossen Scheinfrüchte von Anona squamosa L., A. reticulata L. u. a. A. werden gegessen. — 12 Arten im Tertiär.

682. (Fam. 191.) Dilleniaceae. Meist Holzgewächse, gewöhnlich Schlingsträucher, mit spiraligen, selten gegenständigen, einfachen, meist nebenblattlosen Blättern. Ihr Blütentypus K 5, C 5, A ∞, G 1—∞, der

K bleibend. Samen mit Endosperm und Arillus. 190 tropische, meist australische Arten.

683. (Fam. 192.) Ranunculaceae. Meist Kräuter mit spiralig gestellten oder selten gegenständigen, häufig handförmig getheilten, nebenblattlosen Blättern mit an der Basis scheidigen Blattstielen. Manchmal eigenthümlich gestaltete, oft kelchartige (Hepatica) Hochblätter vorhanden. B selten einzeln, meist rispig, traubig oder doldig, ☿, ✶, seltener ↑, mit typisch 5zähligen Blüthenhüllen. K 3—6, meist hinfällig, oft corollinisch. C 0—∞, wie der K in der Knospe meist dachziegelartig, selten klappig. A ∞, spiralig oder in alternirenden Kreisen, zuweilen theilweise staminodienartig. G $\underline{1—\infty}$ (einer nur selten), spiralig oder wirtelig, 1fächerig, aus je einem Carpellblatte gebildet, mit einer oder mehreren Samenknospen an der Bauchnaht desselben. Früchte Nüsschen oder Balgkapseln, selten Beeren. Same mit Endosperm und ohne Arillus. 1200 fast nur in gemässigten und kalten Zonen vorkommende Arten, in den Tropen nur Clematideen.

I. Clematideae. K 4- oder mehrblätterig, corollinisch, in der Knospe klappig. C 0. G ∞. Staubbeutel nach aussen aufspringend. Frucht nussartig, 1samig. Same hängend. Blätter gegenständig.

Clematis: K 4blätterig.

Atragene: K mit noch einem zweiten inneren Kreise aus ∞ kleinen, kurzen Blättchen (C).

684. II. Anemoneae. K 4–6 oder mehr, in der Knospe dachig, meist corollinisch. C 6 oder mehr, öfters fehlend. G ∞. Staubbeutel aussen aufspringend. Frucht wie bei I.

- A. C 5blätterig, die Blätter ohne Honiggrube: **Adonis**.
- B. C 0 oder rudimentär.
  - 1. Blüthenaxe gewölbt, halbkugelig. B mit einer aus einem meist 3zähligen Blattquirl gebildeten Hülle.
    - a. Hüllblätter getheilt.
      - † Hülle laubblattartig. Früchtchen ungeschwänzt: **Anemone**.
      - †† Hülle fingerig - vieltheilig. Früchtchen von dem bleibenden, bärtigen Griffel geschwänzt: **Pulsatilla**.
    - b. Hüllblätter ganz, sehr dicht unter der B, kelchblattartig: **Hepatica**.
  - 2. Blüthenaxe flach, B ohne Hülle: **Thalictrum**.

III. Ranunculeae. K und C meist 5zählig, in der Knospe dachig, K krautig, C mit Honiggrübchen am Grunde der Blätter. G ∞, mit einer aufrechten Samenknospe. Sonst wie vorige.

- A. Fruchtknoten mit nur 1 Fache.
  - 1. Kblätter am Grunde gespornt. Nagel der Cblätter länger als die Platte. Früchtchen auf einer verlängert-cylindrischen Blüthenaxe: **Myosurus**.
  - 2. Kblätter nicht gespornt. Nagel der Cblätter kürzer als Platte. Blüthenaxe nicht verlängert: **Ranunculus**.
- B. Fruchtknoten mit 1 fruchtbaren Fache und 2 sterilen Nebenfächern: **Ceratocephalus**.

685. IV. Helleboreae. K 5, corollinisch, in der Knospe dachig. C 4—∞, mit Nectarien, oder ganz in solche umgewandelt, oder fehlend, in der Knospe dachig. Antheren aussen aufspringend. G 1—10. Früchte balgkapselartig, mit mehreren Samen längs der Bauchnaht.

- A. Blüthe ↑.
  - 1. Oberes Kelchblatt gespornt. C 4, die 2 oberen Blätter oder nur eines gespornt: **Delphinium**.
  - 2. Oberes Kelchblatt helmförmig. C 5, die 2 oberen Blätter länger, kappenförmig gespornt: **Aconitum**.

B. Blüthe ✱.
1. Blätter der C gross oder als Nectarien.
a. Blumenblätter gross, trichterförmig, nach abwärts gespornt: Aquilegia.
b. — klein, 2lippig, unten mit einer durch eine Schuppe bedeckten Honiggrube: Nigella.
c. — klein, lineal, an der Basis mit nackter Honiggrube. K abfallend: Trollius.
d. — klein, röhrig. K bleibend: Helleborus.
e. — klein, röhrig. K abfallend. Fruchtknoten gestielt: Eranthis.
f. — klein, kappenförmig. K abfallend. Fruchtknoten ohne Stiel: Isopyrum.
2. C fehlend: Caltha.

V. Paeonieae. K 4—5, C 4 – ∞ oder 0, G meist 1—3. Antheren auf der Innenseite aufspringend. Früchte balgkapsel- oder beerenartig, mehrsamig.

A. Nur 1 Fruchtknoten. K 4blätterig. Frucht eine Beere: Actaea.
B. 2 oder mehr Fruchtknoten. Frucht balgkapselartig.
1. C 4blätterig: Cimicifuga.
2. C 5- oder mehrblätterig: Paeonia.

686. Wichtigere Arten sind:

Clematis Viticella L. und C. coerulea Lindl. (Japan) häufig als Ziersträucher (schlingend) cultivirt. Ranunculus asiaticus L., Goldknöpfchen (Kleinasien), die gefüllten Formen oft in Gärten gezogen. Pulsatilla pratensis Mill. und P. vulgaris Mill., Kuhschelle, von beiden das Kraut officinell (Herba Pulsatillae — Anemonin, Anemonsäure). Helleborus viridis L., Nieswurz, der Wurzelstock officinell (Rhizoma Hellebori viridis — Helleborin, Helleboreïn). Aconitum Napellus L. und A. Stoerkeanum Rchb., Eisenhut, Kraut und Wurzelstock officinell (Herba Aconiti — Aconitin, Nepalin etc. — Rhizoma s. Tuber Aconiti — Aconitin, Nepalin, Aconellin, Napellin, Acolyctin, Aconitsäure etc.). Arten der Gattungen Delphinium, Rittersporn (D. Ajacis L. aus Südeuropa, D. elatum L., D. orientale Gay aus Kaukasien etc.), Aquilegia, Aklei (A. vulgaris L.), Paeonia (P. officinalis L., Südeuropa; P. arborea Don aus Ostasien), ferner von Aconitum etc. werden in Gärten häufig als Zierpflanzen gezogen.

5 Arten im Tertiär, davon 4 zu Clematis.

66. Ordnung. Rhoeadinae.

(Cruciflorae.)

Blätter meist spiralig, ohne Nebenblätter. B ☿, ✱ oder ↑, cyclisch, monocarpisch, in jede Blattformation meist mehrere, fast immer 2gliederige Kreise fallend, ihr Typus K 2 — 4, C 2 + 2, A 2 + 2 oder ∞, meist frei, G $\underline{(2)}$ oder $\underline{(\infty)}$. Frucht meist kapselartig. Same meist ohne Endosperm.

687. (Fam. 193.) Papaveraceae. Milchsaft führende Kräuter mit spiralig stehenden, meist tief gespaltenen oder getheilten Blättern. B ✱, meist einzeln, selten in Rispen oder Dolden mit Gipfelblüthe. K 2, seltener 3, meist bei Entfaltung der B abfallend; C 2 + 2 oder 3 + 3, in der Knospe zerknittert. A ∞, in alternirenden Kreisen. G $\underline{(2 - \infty)}$ (bei 2 diese lateral), 1fächerig, 1—mehrkammerig. Samenknospen meist ∞, wandständig, anatrop, selten 1–2. Frucht eine Kapsel. Same mit Endosperm. 60, besonders der nördlichen gemässigten Zone angehörende Arten.

Papaver: Kapsel 4—20kammerig, sich unter der sitzenden, 4—20lappigen Narbe mit eben so vielen kleinen Klappen öffnend.

Chelidonium: Kapsel schotenartig, 1fächerig, 2klappig, die Klappen sich vom Grunde nach der Spitze zu von den beiden stehen bleibenden Samenträgern ablösend.

Glaucium: Kapsel schotenartig, unecht 2fächerig, 2klappig.

Papaver somniferum L., Mohn, Schlafmohn (Orient, bei uns cultivirt), liefert in dem

eingetrockneten Milchsafte der jungen Früchte das im Orient als Genussmittel dienende, bei uns officinelle Opium (mit Morphin, Narcotin, Kodeïn, Narceïn, Papaverin, Opianin etc.). Officinell sind ferner die Samen (Semen Papaveris — fettes Oel, sehr wenig Morphin) und das aus denselben gewonnene, auch als Speiseöl benutzte Oel. P. Rhoeas L., Klatschmohn; die Blüthen officinell (Flores Rhoeados — Rhöadin, Rhöadinsäure, Klatschrosensäure), sonst lästiges Ackerunkraut. Chelidonium majus L., Schöllkraut, das Kraut officinell (Herba Chelidonii — Chelerythrin oder Pyrrhopin, Chelidonin, Chelidonsäure, Chelidoxanthin). Als Zierpflanze ist Eschscholtzia californica Cham. (Californien) in Gärten häufig.

688. ?(Fam. 194.) Sarraceniaceae. Sumpfkräuter mit krugartig ausgehöhlten, auf der Innenfläche Wasser ausscheidenden Blattstielen, auf denen die kleine Spreite wie ein Deckel sitzt. Meist K 5, C 5, A ∞. G 3—5fächerig, mit axilen Placenten. Same mit Endosperm. 10, besonders nordamerikanische Arten.

689. (Fam. 195.) Fumariaceae. Kräuter ohne Milchsaft, zuweilen mit Knollen, mit zarten, zerbrechlichen, meist bläulich bereiften Stengeln und spiralig gestellten, fiederig eingeschnittenen, zuweilen mehr oder weniger rankenden (§ 249) Blättern. B in Trauben meist ohne Gipfelblüthe, ☿, meist ↑. K 2, sehr hinfällig; C 2 + 2, mit dem K alternirend, meistens das eine äussere Blatt (selten beide) mit Sporn. A 2 + 2, frei oder (meistens) in 2 Bündel verwachsen. G $\underline{(2)}$, 1fächerig, mit 2lappiger Narbe. Frucht schoten- oder nussartig. Same mit Endosperm. 100 Arten, besonders der nördlichen gemässigten Zone eigen.

I. Hypecoeae. Blumenblätter ungespornt. A frei. Hypecoum.

II. Fumarieae. Das eine oder beide äussere Blätter der C gespornt. A $2^3 + 0$, d. h. von den 4 Staubgefässen sind das vordere und hintere so gespalten und die Hälften mit je einem seitlichen Staubblatte so verwachsen, dass 2 Bündel aus je einem mittleren Staubfaden mit ganzer Anthere und 2 seitlichen mit halber Anthere vorhanden sind.

Corydalis: Frucht eine flache, schotenartige, 1fächerige, vielsamige Kapsel.

Fumaria: Frucht eine 1samige Nuss.

Dicentra (Diclytra) spectabilis Bernh. ist eine in Gärten sehr häufige, aus Japan stammende Zierpflanze.

690. (Fam. 196.) Cruciferae. Meist krautartige Gewächse, mit spiraligen, selten unten gegenständigen, ganzen oder getheilten Blättern. B in Trauben ohne Gipfelblüthe, meist ohne Tragblätter, ☿, meist ✶. K 2 + 2, das untere (äussere) Paar lateral, das obere median (vgl. Fig. 49 A auf S. 99). C 4, mit dem K alternirend, als wäre dieser ein Wirtel. A $2 + 2^2$, die unteren kürzer, die oberen durch Verdoppelung 4 und länger (tetradynamische A). G $\underline{(2)}$, an seiner Basis oft kleine Nectarien zwischen den Staubgefässen, seine Carpelle lateral, die Samenträger an den verwachsenen Rändern derselben und zwischen letzteren eine dünnhäutige Gewebeplatte (falsche Scheidewand), daher der Fruchtknoten 2fächerig. Samenknospen in 2 alternirenden Reihen auf jeder Placenta, meist ∞, campylotrop, hängend oder wagerecht. Griffel ungetheilt, oft fehlend. Frucht 2fächerig, selten durch weitere falsche Scheidewände der Quere nach getheilt, eine 2klappige (als Schote bezeichnete) Kapsel mit von unten nach oben sich so ablösenden Klappen, dass die Samenleisten an der Längsscheidewand stehen bleiben; seltener nicht aufspringend (nussartig) oder quer in 1samige Abtheilungen zerspringend (Gliederschote). Samen ohne Eiweiss. Der Keimling ist in sehr verschiedener Weise gekrümmt und darauf beruht die Eintheilung der Familie in 5 grössere Gruppen:

1. Keimling einfach so gekrümmt, dass das Würzelchen der Kante der beiden flach aufeinander liegenden Cotyledonen anliegt: Pleurorhizeae; ihr dem schematischen Querschnitte des Keimlings entsprechendes Zeichen ist ○ =.

2. Keimling einfach so gekrümmt, dass das Würzelchen dem einen der beiden flachen Keimblätter anliegt: Notorhizeae, ○ ‖.

3. Keimling einfach so gekrümmt, dass das Würzelchen in der Rille der beiden dachig gefalteten Cotyledonen liegt: Orthoploceae, ○ > >.

4. Keimblätter spiralig gerollt, so dass sie auf dem Querschnitte zweimal durchschnitten werden: Spirolobeae, ○ ‖ ‖.

5. Keimblätter so hin und her gebogen, dass sie auf dem Querschnitte 3–4mal sichtbar werden: Diplecolobeae, ○ ‖ ‖ ‖ ‖.

Ferner sind für die Systematik der Familie die Grössenverhältnisse der Frucht, wie die Stellung der Scheidewand von Wichtigkeit. Ist der Längendurchmesser der Frucht viel grösser, als der Breitendurchmesser, so heisst sie Schote (siliqua); ist sie so lang oder wenig länger, als breit, Schötchen (silicula). Ist letzteres parallel mit der Scheidewand flach gedrückt, so dass diese dem grössten Breitendurchmesser entspricht, so ist es latisept; steht dagegen die Scheidewand im kleinsten Breitendurchmesser, so ist es angustisept.

Man kennt circa 1200 den gemässigten und kalten Regionen angehörende, vorzüglich der nördlichen gemässigten Zone eigenthümliche Arten.

691. Die deutschen Gattungen sind folgende:

I. Pleurorhizeae, ○ =

1. Arabideae: Frucht eine Schote.
   - a. Klappen der Frucht nervenlos oder am Grunde schwach 1nervig.
     - * Samen in jedem Fache 1reihig.
       - α. Keimblätter flach: Cardamine.
       - β. Keimblätter sich mit den Rändern umgreifend: Dentaria.
     - * * Samen streng oder unregelmässig 2reihig: Nasturtium.
   - b. Klappen 1nervig.
     - * Samen 2reihig. Narbe ungetheilt: Turritis.
     - * * Samen 1reihig.
       - α. Narbe 2lappig, Lappen zurückgekrümmt: Cheiranthus.
       - β. Narbe ungetheilt oder schwach ausgerandet.
         - ° Klappen gekielt (Frucht abgerundet 4kantig): Barbarea.
         - ° ° Klappen flach: Arabis.
2. Alyssineae. Frucht ein Schötchen mit breiter Scheidewand.
   - A. Staubfäden mit einem flügelförmigen Zahne oder mit einer schwieligen Hervorragung an der Basis.
     - a. Fächer mit 1—4 Samen: Alyssum.
     - b. Fächer mit 6 und mehr Samen.
       - * Klappen flach oder convex: Farsetia (Berteroa).
       - * * Klappen halbkugelig aufgeblasen: Vesicaria.
   - B. Staubfäden zahnlos.
     - a. Schötchen kugelig oder fast kugelig: Cochlearia.
     - b. Schötchen flach.
       - * Schötchen auf einem verlängerten Fruchtträger. Samenstiele (Nabelstränge) mit der Scheidewand verwachsen: Lunaria.
       - * * Schötchen sitzend. Samenstiele frei: Draba.
3. Thlaspideae. Frucht ein Schötchen mit schmaler Scheidewand.
   - A. Staubblätter am Grunde mit einem Anhängsel. Fächer 2samig: Teesdalea.
   - B. Staubblätter ohne Anhängsel.
     - a. Fächer 1samig.
       - * Frucht flach, rundlich-eiförmig, die Klappen flügelig gekielt: Iberis.

* * Frucht ganz flach, oben und unten ausgerandet (brillenförmig), mit kreisrunden, stark flügelig berandeten Klappen: Biscutella.

b. Fächer 2- mehrsamig. Schötchen flach, oben ausgerandet, geflügelt: Thlaspi.

4. Cakilineae. Frucht kurz, fast 2schneidig, 2gliederig, das obere Glied dolchförmig, nicht aufspringend: Cakile.

II. **Notorhizeae, O ||**

5. Sisymbrieae. Frucht eine Schote.

A. Klappen 1nervig.

a. Narbe 2lappig, die Lappen an einander liegend, auf dem Rücken flach: Hesperis.

b. Narbe stumpf oder ausgerandet: Erysimum.

B. Klappen 3nervig: Sisymbrium.

6. Camelineae. Frucht ein Schötchen mit breiter Scheidewand, kugelig-birnförmig, mit vielsamigen Fächern: Camelina.

7. Lepidineae. Schötchen mit schmaler Scheidewand.

A. Kapsel ungeflügelt.

a. Fächer ∞samig. Frucht oben ausgerandet: Capsella.

b. Fächer 2samig. Frucht abgerundet: Hutchinsia.

B. Kapsel geflügelt oder flügelartig gekielt.

a. Fächer 1samig. Staubgefässe ohne Anhängsel: Lepidium.

b. Fächer 2samig. Die längeren Staubgefässe geflügelt: Aethionema.

8. Isatideae. Frucht nüsschenartig, nicht aufspringend, 1samig.

A. Frucht kugelig, 1fächerig: Neslia.

B. Frucht birnförmig, 3fächerig, die oberen Fächer leer: Myagrum.

C. Frucht flach, 1fächerig, geflügelt: Isatis.

III. **Orthoploceae, O >> >>**

9. Brassiceae. Frucht eine 2klappige Schote.

A. Klappen 1nervig.

a. Samen kugelig, 1reihig: Brassica.

b. Samen oval oder länglich, zusammengedrückt.

* Samen 2reihig in jedem Fache: Diplotaxis.

* * Samen 1reihig: Erucastrum.

B. Klappen 3nervig. Samen kugelig, 1reihig: Synapis.

10. Zilleae. Frucht nussartig, nicht aufspringend, 1samig, kugelig-eirund: Calepina.

11. Raphaneae. Frucht eine Gliederschote oder ein Gliederschötchen.

A. Frucht lang, ∞samig: Raphanus.

B. Frucht kurz, das untere Glied stielartig, das obere kugelig.

a. Beide Glieder 1samig: Rapistrum.

b. Das untere Glied leer, nur das obere Glied 1samig: Crambe.

IV. **Spirolobeae, O || ||**

12. Buniadeae. 2- oder 4samige Schliessfrucht: Bunias.

V. **Diplecolobeae, O || || || ||**

13. Senebiereae. Schötchen mit schmaler Scheidewand. (Fächer 1samig): Senebiera.

14. Subularieae. Schötchen mit breiter Scheidewand. (Fächer 4samig): Subularia.

692. Wichtigere Arten sind:

I. Matthiola incana und annua, Levkoje, bekannte Zierpflanze aus Südeuropa und Orient. Cheiranthus Cheiri L., Goldlack, Zierpflanze aus Südeuropa, oft verwildert. Nasturtium officinale RBr., Brunnenkresse, als Salat- und Gemüsepflanze benutzt und oft cultivirt. Cochlearia officinalis L., Löffelkraut, das Kraut officinell (Herba Cochleariae — scharfes ätherisches Oel). C. Armoracia L., Meerrettig, der als Gewürz benutzten Wurzel wegen gebaut. Anastatica hierochuntica L., Jerichorose (Orient), sehr hygroskopisch.

II. Hesperis matronalis Lam., Nachtviole, Zierpflanze aus Südeuropa, oft verwildert. Camelina sativa L., Leindotter, der Samen wegen als Oelpflanze gebaut. Lepidium sativum L., Kresse, Salatpflanze aus dem Orient. Isatis tinctoria L., Waid, als Farbepflanze cultivirt.

III. Brassica oleracea L., Gartenkohl (Küsten des westlichen Europas), wird in vielen Varietäten und Spielarten als wichtige Gemüsepflanze gebaut. Die wichtigsten derselben

sind var. acephala (vulgaris und quercifolia), Braun- und Grünkohl; gemmifera, Rosenkohl; sabauda, Wirsing; capitata, Kopfkohl (als Weiss- und Rothkraut); gongylodes, Kohlrabi, Oberkohlrabi; botrytis, Blumenkohl. — B. Rapa L. (aus Südeuropa ?), ebenfalls wichtige Culturpflanze, als var. annua, Sommerrübsen und oleifera, Winterrübsen, beide Varietäten als Oelfrüchte gebaut; var. rapifera, weisse Rübe und Teltower Rübchen. — B. Napus L. (aus Südeuropa ?), gebaut als Oelfrucht in den var. annua, Sommerraps und oleifera, Winterraps; ferner v. Napobrassica, Kohlrübe, Wruke, Erdkohlrabi. — B. nigra L., schwarzer Senf, die Samen als Gewürz (Senf, Mostrich) und officinell (Semen Sinapis nigrae — fettes Oel, Myrosin, Myrosinsäure). Sinapis alba L., weisser Senf, der als Gewürz dienenden Samen wegen oft gebaut. Raphanus sativus L., Rettig (aus Asien stammend) und die var. Radicula, Radieschen, als Gemüsepflanzen gebaut.

2 Cruciferen kommen im Tertiär vor (Lepidium, Clypeola).

693. (Fam. 197.) Capparideae. Meistens Kräuter oder Sträucher, zuweilen klimmend, mit krautigen oder dornigen, zuweilen fehlenden Nebenblättern. B meist ✶, ☿. K 2 + 2, C 4; A 4 — ∞ (wenn 6 — nicht tetradynamisch). G ($\underline{2-\infty}$), der Fruchtknoten auf einer stielartigen Verlängerung der Blüthenaxe, 1fächerig, mit meist ∞ wandständigen Samenknospen. Frucht kapsel- oder beerenartig. Samen ohne Endosperm. 300 Arten der wärmeren Zone.

Capparis spinosa L., Kappernstrauch (Mittelmeerländer), liefert in seinen Blüthenknospen die als Gewürz beliebten Kappern.

694. (Fam. 198.) Resedaceae. Kräuter mit spiralig stehenden, oft getheilten Blättern und in Trauben oder Aehren stehenden, kleinen, ↑ B. K und C 4—8blätterig, die Blumenblätter wenigstens zum Theil zerschlitzt, die oberen grösser. A meist ∞, einer unterständigen, nach oben stärker erweiterten Scheibe eingefügt. G ($\underline{3-6}$), öfter gestielt, 1fächerig, an der Spitze offen und ohne Griffel, mit campylotropen, wandständigen Samenknospen. Frucht eine meist oben offene Kapsel. Samen ohne Endosperm. Keimling gebogen, sein Würzelchen einem Keimblatte aufliegend. 30 (?) Arten in der gemässigten Zone, besonders im Mittelmeergebiete vertreten.

Reseda odorata L., bekannte wohlriechende Zierpflanze aus Aegypten und Syrien. R. luteola L., Wau, liefert einen gelben Farbstoff.

V. Reihe. Eucyclicae.

B fast immer streng cyclisch in 4 Kreisen.

67. Ordnung. Parietales.

G ($\underline{3}$), 1fächerig, mit wandständigen Placenten

695. (Fam. 199.) Violaceae. Meist Kräuter mit oft verkürzter Axe. Blätter spiralig, in der Knospe eingerollt, mit Nebenblättern. B meist einzeln stehend, ☿, ↑. K 5, bleibend, oft an der Basis mit Anhängseln. C 5, das vordere (untere) Blatt meist am Grunde sackartig gespornt, die Krondeckung absteigend. A 5, die Staubfäden kurz (die beiden unteren bei unserer einheimischen Gattung Viola mit einem spornartigen Anhängsel, das in den Sporn des Blumenblattes hineinragt), die Antheren zusammenneigend. G ($\underline{3}$). Griffel ungetheilt. Samenknospen anatrop. Frucht eine 3klappige Kapsel mit ∞ endospermhaltigen Samen. Keimling gerade. 240 Arten in warmen und gemässigten Klimaten, die strauchartigen tropisch.

Viola tricolor L., Stiefmütterchen, das Kraut officinell (Herba Jaceae s. Violae tricoloris — gelber Farbstoff, Schleim); in vielen Spielarten in Gärten cultivirt. V. odorata L., Märzveilchen, beliebte Gartenzierpflanze. — 1 Art im Tertiär.

696. (Fam. 200.) Cistaceae. Sträucher, seltener Kräuter, mit ge-

genständigen, quirligen oder spiraligen Blättern, zuweilen mit Nebenblättern. B meist in Wickeln, oder einzeln, ✶, ☿. K 5, in der Knospe bald links, bald rechts gedreht, 2 Blätter manchmal kleiner oder fehlend. C 5, sehr hinfällig, in der Knospe in der dem K entgegengesetzten Richtung gedreht. A ∞. G $\underline{(3)}$. Samenknospen meist orthotrop. Griffel ungetheilt. Kapsel mit ∞ endospermhaltigen Samen. Keimling gekrümmt. 60, besonders in den Mittelmeerländern heimische Arten. — Helianthemum.

Das früher officinelle Ladanum, Harz von Cistus creticus L., C. ladaniferus L. u. a. A. wird jetzt nur noch zu Räucherkerzchen verwendet. — 2 tertiäre Arten.

697. (Fam. 201.) Droseraceae. Kräuter mit meist grundständigen, spiraligen, gestielten, drüsig behaarten oder gefranzten Blättern mit wimperartigen Spuren von Nebenblättern. B in Wickeln, ✶, ☿, ihr Typus K 5, C 5, mit dachiger Knospenlage, A 5, G $\underline{(3)}$. Manchmal A 10 oder G $\underline{(5)}$. Griffel so viele als Carpelle, 2spaltig. Samenknospen anatrop. Kapsel 3—5-klappig. Samen sehr klein, ∞, mit Endosperm und geradem Keimling. 110 Arten in den gemässigten und warmen Zonen, besonders auf Mooren.

Drosera: K 5spaltig. Moorpflanzen.

Aldrovanda: K 5blätterig. Untergetauchte Wasserpflanze mit dicht wirtelständigen Blättern.

Dionaea muscipula L., Venus-Fliegenfalle (Nordamerika), häufig in Gewächshäusern. Die am Rande gewimperten Blätter legen sich bei Reizung 2klappig nach oben zusammen. (Vgl. § 256.)

698. (Fam. 202.) Frankeniaceae. Kräuter mit gegenständigen Blättern ohne Nebenblätter. B ✶, ☿. K 4—5zähnig. C 4—5, in der Knospe gedreht. A 6, seltener 5 oder 7. G $\underline{(3-4)}$, Griffel ungetheilt. Kapseln 1—∞samig. Samen mit Endosperm und geradem Keimling. 20 Arten, vorzüglich in den Mittelmeerländern.

699. (Fam. 203.) Turneraceae. Kräuter oder Sträucher, mit spiraligen, meist einfachen Blättern ohne Nebenblätter. B ✶, ☿. K 5theilig. C 5, in der Knospe gedreht, im Grunde oder im Schlunde des K eingefügt. A 5. G $\underline{(3)}$, die 3 Griffel getheilt oder ungetheilt. Kapsel ∞samig. Samen mit Endosperm und geradem Keimling. 80 Arten im tropischen Amerika.

700. (Fam. 204.) Loasaceae. Kräuter, oft kletternd, manchmal mit Brennhaaren. Blätter spiralig oder gegenständig, meist handförmig gelappt, ohne Nebenblätter. B ✶, ☿. K 4—5theilig. C 4—5. A ∞, die äussersten 5 mit der C wechselnden oft petaloid (Nebenkrone). G $\overline{(3-5)}$ mit 1 Griffel. Frucht kapsel-, selten beerenartig. Same mit Endosperm und geradem Keimling. 100 tropische, amerikanische Arten.

701. (Fam. 205.) Passifloreae. Meist kletternde Halbsträucher mit spiralig stehenden, einfachen oder gelappten, oft handförmig getheilten Blättern, mit Nebenblättern und Zweigranken. B ansehnlich, ✶, ☿, meist 5zählig. K 5, mit der C 5 am Grunde verwachsen. A 5, sammt dem G $\underline{(3)}$ von einer Verlängerung der Blüthenaxe emporgetragen. Die C meist mit einem vielstrahligen Kranze von fädigen, blumenartig gefärbten Anhängseln (Discus). Samenknospen anatrop. Frucht meist beeren-, seltener kapselartig. 250 tropische, besonders amerikanische Arten.

Mehrere Arten der Gattung Passiflora, Passionsblume, sind Zierpflanzen (P. coerulea L., P. quadrangularis L. etc.). Die Früchte mancher Arten werden in der Heimath gegessen.

702. (Fam. 206.) Papayaceae. Milchsaft führende Bäume mit nur an

der Spitze des Stammes spiralig stehenden, langgestielten, grossen, handförmigen Blättern ohne Nebenblätter. B diöcisch oder monöcisch. Bei den ♀B die C 5, bei den ♂ aber C (5). A 10. Fruchtknoten 1- oder 5fächerig. Beerenfrucht von bedeutender Grösse. 25 tropische amerikanische Arten

Carica Papaya L., Melonenbaum, wird seiner wohlschmeckenden, melonenartigen Früchte wegen in den Tropen cultivirt.

703. (Fam. 207.) Bixacaeae Holzgewächse mit abwechselnden, einfachen Blättern und meistens mit Nebenblättern. K 4—5 oder 4—12, C ∞ oder auch 0. A ∞. Samenknospen anatrop. Frucht eine 1fächerige Beere oder Kapsel. Same mit Endosperm; Keimling gerade. 320 tropische Arten.

Bixa Orellana L., Südamerika, liefert im Fruchtfleische einen als Orlean oder Rocou in den Handel kommenden Farbstoff.

68. Ordnung. Guttiferae.

K meist 5, in der Knospe deckend. C meist 5, in der Knospe gewöhnlich gedreht. A ∞ oder verzweigt („zu Bündeln verwachsen"). G $(\underline{2-5})$, 1fächerig mit wandständigen, oder meistens mehrfächerig mit in den Innenwinkeln der Fächer stehenden Placenten. Samen meist ohne Endosperm.

1. Unterordnung. Mit nackten Blüthen.

704. (Fam. 208.) Salicineae. Holzgewächse mit spiraligen, ungetheilten Blättern mit Nebenblättern. B in Kätzchen in den Achseln schuppenförmiger Tragblätter, diöcisch P becherförmig, häutig; oder auf 1 oder 2 Nectarien reducirt oder 0. ♂ B mit A 2—∞, die in seltenen Fällen verwachsen sind. ♀ B mit G (2), die Carpelle rechts und links stehend, 1fächerig, mit 2—4 Narben und ∞ wandständigen, anatropen Samenknospen. Frucht eine 2-, selten 4klappige Kapsel. Samen vom Grunde aus mit einem langen Haarschopfe umgeben, ohne Endosperm, mit geradem Keimling. 180 namentlich der nördlichen gemässigten und kalten Zone angehörende Arten.

Salix: P auf 1 (hinten stehende) oder 2 (vorn und hinten stehende) Nectarien reducirt. A 2—12.

Populus: P becherförmig, häutig. A 8—30.

Die Arten der Gattung Salix, Weide, wegen der vielen Bastarde schwierig zu bestimmen. Viele Arten liefern in den Zweigen vorzügliches Flechtmaterial für Korbwaaren (S. viminalis L., S. purpurea L. u. A.), oder werden zum Uferschutz angepflanzt. S. babylonica L. häufig als Trauerweide. Arten der Gattung Populus, Pappel, oft als Zier- und Alleebäume. Knospen von P. nigra u. a. A. officinell (Gemmae Populi — Harz, ätherisches Oel, Populin und Salicin). — 58 Arten der Gattung Salix und 62 der Gattung Populus werden aus der Kreide und dem Tertiär beschrieben.

2. Unterordnung. Mit K und C.

705. (Fam. 209.) Tamariscineae. Holzgewächse von cypressenartigem Ansehen, mit ruthenförmigen Zweigen und abwechselnden, sehr kleinen, schuppigen, meist graugrünen Blättern ohne Nebenblätter. B in Aehren. K 5. C 5, mit dachiger Knospenlage. A 5 oder 5 + 5, die Filamente an der Basis zur Röhre verwachsen. G $(\underline{3})$, 1fächerig oder mit falschen Scheidewänden, mit ∞ anatropen, wandständigen Samenknospen; Griffel 3. Kapselfrucht. Same ohne Endosperm, mit Haarschopf auf der Spitze. 40 in der nördlichen gemässigten Zone der östlichen Halbkugel heimische, namentlich an Küsten und in Steppen vorkommende Arten. — Myricaria.

706. (Fam. 210.) Hypericaceae. Kräuter, seltener Holzgewächse, mit gegenständigen oder quirligen, drüsig punktirten Blättern ohne Nebenblätter. B in Schraubeln, ☿, ✶. K 5, C 5, in der Knospe gedreht, A 0 + 3∞ oder 0 + 5∞, die Bündel wegen Fehlschlagen des äusseren Kreises den Kronblättern superponirt. G ($\underline{3-5}$), 1fächerig, oder unvollständig, seltener vollständig 3—5fächerig. Samenknospen ∞. Griffel 3—5. Kapsel 3—5klappig, selten die Frucht beerenartig. Same ohne Endosperm, mit geradem oder gekrümmtem Keimlinge. 210 Arten; Tropen und gemässigte Zonen.

Hypericum einheimisch. Vismia guianensis Pers. (Guyana) liefert das amerikanische Gummigutt.

707. (Fam. 211.) Clusiaceae. Bäume oder auch Sträucher mit an Gummiharzen reicher Rinde und decussirten, einfachen, lederigen, nebenblattlosen Blättern. B ✶, selten ☿, meist eingeschlechtig. K 2—6, selten ∞. C 2—6, selten ∞, in der Knospe gedreht, seltener klappig. A ∞, seltener bestimmt, frei oder in Bündeln von der Zahl der Kronenblätter, selten alle zur Röhre verwachsen. Fruchtknoten oberständig, mit 2—∞ Fächern und grosser, strahlig-gelappter Narbe. Frucht kapsel-, beeren- oder steinfruchtartig. Samen oft mit Arillus, ohne Endosperm. 230 tropische Arten.

Garcinia Morella Desr. u. a. ostindische Arten liefern Gummigutt (Harz, Arabin) Mammea americana L. (Westindien) und Garcinia Mangostana L. (Ostindien) liefern geschätzte, essbare Früchte.

708. (Fam. 212.) Ternstroemiaceae. Bäume oder Sträucher mit abwechselnden, meist einfachen und nebenblattlosen Blättern. B ✶, meist ☿. K 5. C 5, seltener ∞, in der Knospe dachig oder unvollständig gedreht. A ∞, oft der Basis der C aufsitzend, frei oder am Grunde in mehrere Bündel verwachsen. G ($\underline{3-5}$), mit eben so vielen Fächern und Griffeln. Samenknospen meist ∞, campylotrop oder anatrop. Kapselfrucht oder Beere. Samen meistens mit Endosperm. 260 den wärmeren Regionen angehörende, meist in Amerika und Ostasien vorkommende Arten.

Thea chinensis Sims. (mit den var. Th. Bohea L. u. Th. viridis L.), Theestrauch (Ostasien), liefert den in zahllosen Sorten in den Handel kommenden chinesischen Thee (ätherisches Oel, Theïn = Coffeïn, Harz etc.). Camellia japonica L., Camellie (Japan), wird in vielen Varietäten als Zierstrauch cultivirt. — 5 tertiäre Arten.

709. (Fam. 213.) Chlaenaceae. Bäume oder Sträucher mit abwechselnden, einfachen Blättern und Nebenblättern. B ✶, ☿, mit Involucrum oder Vorblättern. K 3, C 5 oder 6, A meist ∞, am Grunde becherförmig verwachsen. Fruchtknoten 3fächerig, mit 1 Griffel. Frucht kapselartig, von dem oft fleischigen oder beerenartigen Involucrum eingeschlossen. Same mit Endosperm. Keimling gerade. 8 Arten: Madagascar.

710. (Fam. 214.) Dipterocarpeae. Bäume mit abwechselnden Blättern und Nebenblättern B ✶, ☿. K 5 oder (5) und dann seine Lappen bald gleich lang, bald 2 oder 3 sehr stark verlängert, mit der Fruchtreife sich flügelartig vergrössernd, bleibend. C 5, oft an der Basis etwas verwachsen. A ∞. Fruchtknoten oberständig, 3fächerig. Frucht durch Fehlschlagen 1fächerig, 1samig, nussartig oder eine 3klappige Kapsel, vom bleibenden Kelche eingeschlossen. Same ohne Endosperm, mit geradem Keimling. 112 Arten im tropischen Asien.

69. Ordnung. Hesperides.

711. (Fam. 215.) Aurantiaceae. Bäume oder Sträucher mit oft dornartigen Zweigen, reich an Oeldrüsen. Blätter abwechselnd, unpaarig

gefiedert, oft nur das vom geflügelten Blattstiele abgegliederte Endblättchen vorhanden (Citrus). B in Rispen oder einzeln, ✱, ☿. K (5), krug- oder glockenförmig; C 5, in der Knospe dachig, einer hypogynischen Scheibe eingefügt. A 10—∞, oft in 1 oder mehrere Bündel verwachsen. (G $\underline{5-8}$), mit eben so vielen Fächern. Samenknospen 1—∞, im Winkel der Fächer. Frucht eine Beere mit lederiger, ölreicher Schale und aus den Haaren der Innenfläche des Fruchtknotens gebildetem Fleische. Samen ohne Endosperm. 60 tropisch-asiatische Arten, manche in allen wärmeren Ländern cultivirt.

Citrus medica L., Citrone (und var. C. Limonium Risso, Limone; C. Limetta Risso, Limette), als Gewürz bekannt, die Fruchtschale officinell (Cortex Fructus Citri — ätherisches Oel, Bitterstoff); die mit geschmolzenem Zucker getränkte Schale der var. macrocarpa als Citronat. C. Aurantium L., Orange, Pomeranze (mit den var. amara, bittere O., dulcis, süsse O., sinensis, Apfelsine), die süssen Früchte gegessen, die bitteren in verschiedener Form officinell (Fructus Aurantii immaturus, Cortex Fructus Aurantii — ätherisches Oel, Bitterstoff, Hesperidin), ebenso die Blüthen (Flores Aurantii). — C. decumana L., Pompelmus, die in Zucker gekochte Schale als Succade in den Handel kommend.

712. (Fam. 216.) Meliaceae (mit Cedrelaceae). Bäume oder Sträucher mit abwechselnden, einfachen oder zusammengesetzten, nebenblattlosen Blättern. B ✱, ☿. K 3—5 oder (3—5). C 4—5, selten 3 oder 7. A doppelt so viele als Corollentheile, mit den Fäden in eine Röhre verwachsen. Hypogynische Scheibe (Discus) stark entwickelt, den 2—∞fächerigen Fruchtknoten oft wie ein Becher umgebend. Frucht beeren-, steinfrucht- oder kapselartig, mit endospermlosen Samen.

Swietenia Mahagoni L., Mahagoniholz (Südamerika), des Holzes wegen, von Cedrela febrifuga Bl. auf Java und in Ostindien die Rinde als Fieber vertreibendes Mittel geschätzt.

713. (Fam. 217.) Humiriaceae. Bäume oder Sträucher. B ✱, ☿. K (5), C 5; A 10 oder 20, in eine Röhre verwachsen. Fruchtknoten 4—6-fächerig. Steinfrucht. Samen mit Endosperm und geradem Keimling. 20 tropisch-amerikanische Arten.

70. Ordnung. Frangulinae.

Holzgewächse mit spiraligen, seltener gegenständigen Blättern. B ✱, 4- oder 5zählig. K, C und A oft auf einem Discus, der zuweilen noch den G umgiebt. A nur in einem Kreise, der bald mit der C alternirt, bald ihr superponirt ist. G 2—5fächerig, Samenknospen 1 oder mehrere in jedem Fache, anatrop. Same mit Endosperm. Keimling gerade.

714. (Fam. 218.) Vitaceae (Ampelideae). Meist klimmende Sträucher mit handförmig gelappten oder gefingerten Blättern mit oder ohne Nebenblätter und mit Stammranken. B ☿ oder vielehig. K (5), klein; C 5, in der Knospe klappig, oft vor dem völligen Aufblühen mützenförmig abgeworfen; A 0 + 5, vor den Blumenblättern. G $\underline{(2)}$, 2- oder 3fächerig, mit je 1 oder 2 grundständigen Samenknospen B manchmal auch 4zählig. Beerenfrucht mit hartschaligen Samen. 250 Arten, gemässigte und warme Zone.

Vitis vinifera L., Weinstock, in Kleinasien heimisch, werthvolle Culturpflanze, in zahlreichen Spielarten als Tafel- und Keltertraube gezogen, die getrockneten Beeren als Rosinen und Korinthen. V. Labrusca L. aus Nordamerika und Ampelopsis quinquefolia Michx., wilder Wein (Nordamerika), oft als Wand- und Laubenbekleidungen.

31 fossile, fast nur im Tertiär vorkommende Arten.

715. (Fam. 219.) Rhamneae. Meist aufrechte Sträucher, oft mit Dornen. Blätter einfach, abwechselnd oder gegenständig. B klein, unscheinbar, (4- oder) 5zählig, in der Knospe klappig, ☿, manchmal 2häusig.

K (5); C 5, klein, kappenförmig. A 0 + 5. G (2—5) mit je 1 Samenknospe, selten 1fächerig. Stein- oder Kapselfrucht. Same nur mit spärlichem Endosperm. Sonst wie vorige Familie. 430 Arten, warme und gemässigte Zone.

Rhamnus cathartica L., Kreuzdorn, die Früchte officinell (Fructus Rhamni catharticae — Rhamneïn, Rhamnigenin) und zur Bereitung des Saftgrüns (Schüttgelb), das auch aus den Früchten von (den südeuropäischen Arten) R. infectoria L., R. saxatilis L. etc. gewonnen wird (Avignonkörner). R. Frangula L., Faulbaum, die Rinde officinell (Cortex Frangulae — Frangulin). Zizyphus vulgaris L., Judendorn und Paliurus aculeatus Lam., Stechdorn, nur im Süden. — 82 tertiäre Arten (Rhamnus, Zizyphus etc.).

716. (Fam. 220.) Celastrineae. Meist Sträucher mit abwechselnden oder gegenständigen Blättern mit abfallenden Nebenblättern. B 4- oder 5zählig, in der Knospe dachig, meist K (4), C 4, A 4, G (4) oder (2—5). Staubgefässe auf einem unterständigen Discus, vor den Kelchtheilen. Fruchtknotenfächer mit 2 oder mehr aufrechten oder horizontalen Samenknospen. 270 Arten, Tropen und gemässigte Zonen.

Staphylea: Blätter 3zählig oder gefiedert. Griffel getrennt. Samen knöchern. Kapsel aufgeblasen.

Evonymus: Blätter einfach. Griffel ungetheilt. Same mit Arillus. Kapselfächer nicht aufgeblasen.

Staphylea pinnata L. (Süddeutschland) und S. trifolia L. (Nordamerika), Ziersträucher. Evonymus europaea L., Pfaffenhütchen, Spindelbaum; das Holz geschätzt. E. latifolia L., Zierstrauch aus Süddeutschland. — 80 Arten (vorzüglich Celastrus) im Tertiär.

717. (Fam. 221.) Aquifoliaceae (Ilicineae). Blätter immergrün, lederig, oft dornig-buchtig-gezähnt. Von der vorigen Familie hauptsächlich nur durch den fehlenden Discus und durch die einzelne, hängende Samenknospe jedes Fruchtknotenfaches verschieden. Beerenfrucht. 150, vorzüglich amerikanische Arten.

Ilex aquifolia L., Stechpalme, Hülse; die einzige europäische Art, in Norddeutschland in Wäldern häufig. Im Schwarzwalde die jungen Blätter als Surrogat des chinesischen Thees. I. paraguayensis St. Hil. (Südamerika) und einige andere Arten liefern den Maté oder Paraguaythee, der ebenfalls Theïn in den Blättern enthält und das Nationalgetränk der Südamerikaner ist. 45 tertiäre Arten (Ilex 39).

718. (Fam. 222.) Hippocrateaceae. Meist klimmende Holzgewächse mit gegenständigen, einfachen Blättern und hinfälligen Nebenblättern. K und C 5gliederig. A 3. Discus vorhanden. Kapsel oder Beere. 130 tropische Arten. 2 Arten im Tertiär.

719. (Fam. 223.) Pittosporeae. Aufrechte oder schlingende Holzgewächse mit abwechselnden, nebenblattlosen Blättern und 5gliederigen Blüthen. A 5, vor den Kelchtheilen. Fruchtknoten 2—5gliederig, mit ∞ Samenknospen. Kapsel oder Beere. 90 Arten in Tropen und gemässigten Klimaten, vorzüglich in Australien. — 9 Arten im Tertiär.

71. Ordnung. Aesculinae.

Blätter gegenständig oder spiralig, zuweilen mit Nebenblättern. B meist ↑. A theils durch Verdoppelung, theils durch Fehlschlagen eines Theiles des interponirten Kreises meist 8. Fruchtblätter gewöhnlich 2—3, der Fruchtknoten 2—3fächerig, mit je 1—2 anatropen Samenknospen. Same meist ohne Endosperm. Keimling gerade oder gekrümmt.

720. (Fam. 224.) Sapindaceae. Meist Holzgewächse mit zusammengesetzten Blättern. B ☿, 2häusig oder vielehig, 4—5zählig. A meist 8. G (2—4), 2—4fächerig, die 1—2 Samenknospen im inneren Winkel der Fächer,

aufrecht, aufsteigend oder hängend. Griffel ungetheilt. 900 Arten in Tropen und gemässigten Klimaten.

I. Acereae (Acerineae). Blätter gegenständig, meist handförmig gelappt, ohne Nebenblätter. B ✶, vielehig oder 2häusig. in Trauben oder Trugdolden. K 5: C 5, manchmal 0. A 8 $(= 2 + 3^2)$; G (2). Nur selten die Kreise 4gliederig. Fruchtknotenfächer mit 2 Samenknospen. Frucht in 2 geflügelte, bei der Reife sich trennende, 1samige Theilfrüchte zerfallend.

Arten der Gattung Acer, Ahorn, als Zierbäume. A. saccharinum L., Zuckerahorn (Nordamerika), liefert Zucker; die meisten Arten geben geschätztes Werkholz. — 62 Arten sind tertiär.

II. Sapindeae. Blätter nur selten gegenständig (Aesculus). B ↑. K 5, C 5, A 8, G meist (3).

Aesculus Hippocastanum L., Rosskastanie, Zierbaum aus dem Orient; A. Pavia L., A. flava Ait. und A. rubicunda Lodd. aus Nordamerika, ebenfalls häufig angepflanzt. Paullinia sorbilis Mart. (Brasilien) liefert die officinelle Guarana aus den gerösteten, zerriebenen und zu Teig gekneteten Früchten (Pasta guarana — Coffeïn, Gerbstoffe etc.); in Brasilien ist sie Genussmittel.

Circa 60 Arten im Tertiär.

721. (Fam. 225.) Malpighiaceae. B ✶ oder ↑, mit lang genagelten Blumenblättern und G (3) mit je 1 Samenknospe im Fache. 500, besonders dem tropischen Amerika angehörende Arten. 34 im Tertiär.

722. (Fam. 226.) Vochysiaceae. B ↑. K 5 oder (5). C 1—5. A meist nur 1 fruchtbar, die übrigen Staminodien. Fruchtknotenfächer mit 2—∞ Samenknospen. 140 tropische, amerikanische Arten.

723. (Fam. 227.) Erythroxyleae. Blumenblätter mit Ligula. A 10, an der Basis der Filamente zu einer kurzen Röhre verwachsen. Fruchtknotenfächer mit je 1 hängenden Samenknospe. Steinfrucht. Same mit Endosperm. 53 meist dem wärmeren Amerika angehörende Arten.

Erythroxylon Coca Lam., Coca, die Blätter in Peru als betäubendes Genussmittel gekaut, manchmal auch officinell.

724. (Fam. 228.) Tropaeoleae. Zarte, saftige, oft kletternde Kräuter mit lang gestielten, schildförmigen Blättern und achselständigen, grossen, ☿, ↑ B. K 5, gefärbt, das hintere Blatt gespornt. C 5, die beiden hinteren Blätter grösser als die 3 vorderen. A 5 + 3. G (3), in jedem Fache 1 hängende Samenknospe. Frucht beerenartig, 3knöpfig. 35 südamerikanische Arten.

Tropaeolum majus L., Kapuziner- oder indianische Kresse (Peru) u. a. A. als häufige Zierpflanzen.

725. (Fam. 229.) Polygalaceae. Kräuter oder Sträucher mit spiraligen, einfachen Blättern ohne Nebenblätter. B einzeln oder in Trauben und Rispen, ↑, ☿. K meist 5, bleibend, die 2 seitlichen Blätter (Flügel) grösser und blumenblattartig; (C 3, A 8), die C unter sich und mit den A zu einer hinten offenen Röhre verwachsen, das vordere Blatt der C grösser, bei Polygala kahnförmig und an der Spitze pinselartig zerschlitzt. Staubbeutelfächer an der Spitze mit einem Loche aufspringend. G (2), die Fruchtblätter median, 2fächerig, in jedem Fache 1 hängende Samenknospe. Griffel ungetheilt. Narbe 2spaltig. Kapsel 2klappig. Endosperm spärlich oder fehlend. 400 Arten, warme und gemässigte Zone.

Polygala amara L., Kreuzblume, das Kraut officinell (Herba et Radix Polygalae amarae — Polygamarin). P. Senega L. (Nordamerika), die Wurzel officinell (Radix Senegae — Senegin = Polygalasäure, bitterer Farbstoff, fettes Oel etc.).

726. (Fam. 230.) Tremandreae Sträucher mit meist drüsig-borstigen Zweigen. B ✱, ☿, 4—5gliederig, mit A 8—10, seltener 6, alle Theile frei. 24 australische Arten.

72. Ordnung. Gruinales.

B meist ✱, ☿, fast immer 5zählig; meist A 10, ein Kreis interponirt; G meist (5), 5fächerig oder durch falsche Scheidewände 10fächerig. Kapselfrucht.

727 (Fam. 231.) Balsamineae. Meist 1jährige Kräuter mit saftigem, durchscheinendem, zerbrechlichem Stengel. Blätter spiralig, einfach, mit Spuren von Nebenblättern. B in achselständigen Trauben, ↑. K 5, zuweilen nur 3, das eine Blatt grösser und gespornt. C 5, aber die 4 oberen Blätter paarweise verwachsen, daher nur 3. A 5, vor den Kelchblättern. Staubfäden oben verklebt, zuletzt unten abreissend und von dem G als Mütze emporgetragen. G (5), 5fächerig, mit ∞ Samenknospen. Frucht eine elastisch aufspringende, saftige Kapsel, deren Klappen spiralig aufrollen und die Samen fortschleudern. Endosperm fehlt. Keimling gerade. 136 in den gemässigten und warmen Klimaten, vorzüglich in Asien heimische Arten.

Impatiens Balsamina L., Gartenbalsamine (Ostindien), häufige Zierpflanze. J. Noli tangere L. einheimisch. J. parviflora DC., aus Mittelasien, oft aus botanischen Gärten verwildert.

728. (Fam. 232.) Oxalideae. Meist Kräuter mit verkürzter Axe und lang gestielten, meist gefingerten Blättern, deren Blättchen in der Knospenlage abwärts geknickt und gefaltet sind. Nebenblätter fehlend oder vorhanden. B achselständig, einzeln oder in doldigen Wickeln, ✱, ☿ (vgl. § 527). K 5; C 5, in der Knospe wechselwendig gedreht; A 5 + 5, am Grunde etwas verwachsen. G (5), 5fächerig, Samenknospen in jedem Fache 1—∞. Kapsel 5fächerig, die Klappen oben und unten verbunden bleibend; seltener Beere. Same mit Endosperm und geradem Keimling, die äussere Samenschalenschicht elastisch abspringend und den Samen fortschleudernd. 230 Arten; Tropen und gemässigte Zonen, besonders in Amerika und am Cap.

Oxalis acetosella L. und O. stricta L. zur Darstellung des Kleesalzes (oxalsaures Kali) dienend. Die Wurzeln und Stengel mancher mexikanischer Arten (O. esculenta O. et Dietr., O. crassicaulis Zucc. etc.) werden gegessen.

729. (Fam. 233.) Zygophylleae. Meist Kräuter und Sträucher, mit gegenständigen oder abwechselnden, paarig gefiederten Blättern mit Nebenblättern. B ☿, ✱ oder ↑. K 5, C 5, A 5 + 5, G (5). Zuweilen die Blüthen 4gliederig, oder die C 0, oder A 15, oder einzelne Staubgefässe abortirt, oder der G 2—12fächerig. Samenknospen 2—∞ in jedem Fache. Endosperm selten fehlend. Embryo zuweilen gekrümmt. 100 meist tropische Arten.

Guajacum officinale L., Pockholz (Westindien — Baum); das sehr harte und schwere Holz zu Drechslerarbeiten (Kegelkugeln etc.) und auch officinell (Lignum Guajaci — Harz Guajacin, Guajaksäure). Tribulus terrestris L., Burzeldorn, bereits in Südeuropa lästiges Unkraut.

2 Arten im Tertiär.

730. (Fam. 234.) Linaceae. Meist Kräuter mit sitzenden, schmalen, ganzrandigen, nebenblattlosen Blättern. B in Trugdolden oder Wickeln, ✱, 4—5zählig, meist K 5, C 5, in der Knospe wechselwendig gedreht; A 5 + † 5, der innere Kreis (Kronstaubfäden) unfruchtbar oder auch fehlend. Die

Staubfäden öfter am Grunde verwachsen. G $\underline{(5-3)}$, die Fächer durch falsche Scheidewände unvollständig halbirt, jede Abtheilung mit 1 hängenden Samenknospe. Griffel getrennt. Kapselfrucht. Samen fast ohne Endosperm. Keimling gerade. 140 Arten in den gemässigten Zonen, besonders der östlichen Erdhälfte.

Linum: Alle Blüthenkreise 5gliederig.

Radiola: Alle Blüthenkreise 4gliederig.

Linum usitatissimum L., Flachs, Lein (Vaterland?); wichtige Culturpflanze, die Bastfasern zu Gespinnsten, die Samen des Oeles wegen benutzt und auch officinell (Semen Lini — Bassorin, fettes Oel). L. grandiflorum Desf. (Nordafrika), L. austriacum L. und L. flavum L. (Südeuropa) häufig als Zierpflanzen.

831. (Fam. 235.) Geraniaceae. Meist Kräuter mit gestielten, handförmig gelappten oder getheilten, seltener gefiederten Blättern, mit dünnhäutigen Nebenblättern. B in 2 — ∞blüthigen doldenartigen Schraubeln, selten einzeln, ✶ oder ↑, ☿, 5zählig. K 5, das hintere Blatt zuweilen mit einem dem Blüthenstiele angewachsenen Sporn. C 5, dem Grunde der als Mittelsäule verlängerten Blüthenaxe eingefügt, in der Knospe meist gedreht. A 5 + † 5, selten 3 Kreise, der vor den Blumenblättern stehende zuweilen unfruchtbar, alle unten etwas verwachsen. G (5), nach oben in einen langen Schnabel verlängert, welcher 5 die Mittelsäule überragende Griffel und Narben trägt. Jedes der 5 Fächer mit 2 anatropen Samenknospen. Die 5 Schliessfrüchtchen 1samig, jedes mit seinem Schnabelfortsatze sich bogig oder spiralig von der Mittelsäule ablösend und an der Naht aufspringend. Samen ohne Endosperm, mit gekrümmtem Keimling. 350 Arten in gemässigten Klimaten, besonders am Cap.

Erodium: Die vor den Blumenblättern stehenden Staubgefässe immer unfruchtbar, breiter. Schnabel der Früchtchen innen behaart, spiralig eingerollt.

Geranium: Meist alle Staubgefässe fruchtbar, die mit den Blumenblättern abwechselnden länger. Schnabel der Früchtchen innen kahl, bogenförmig aufwärts gerollt.

Erodium gruinum L. und E. Ciconium L., Südeuropa; die Früchtchen der hygroskopischen Schnäbel wegen zu Hygrometern benutzt. Pelargonium in zahlreichen Arten (vom Cap) als Zierpflanzen.

73. Ordnung. Columniferae.

K in der Knospe klappig, die C meist gedreht. A meistens verwachsen und verzweigt, daher ∞. G $\underline{(2-\infty)}$. Keimling meist innerhalb des spärlichen Endosperms.

732. (Fam. 236.) Büttneriaceae (und Sterculiaceae). Kräuter oder Holzgewächse mit abwechselnden, einfachen, gelappten oder gefingerten Blättern mit hinfälligen, selten fehlenden Nebenblättern. B ✶, ☿ oder eingeschlechtig. K (5), seltener (3—4), selten 5. C 5, manchmal an der Basis verwachsen, zuweilen 0. A 5—∞, sehr häufig an der Basis zur Röhre verwachsen, oft mit Staminodien wechselnd, Antheren 2fächerig. G $\underline{(2-5)}$, selten $\underline{(10-12)}$, die Fächer mit 2—∞ Samenknospen. Endosperm fehlend oder vorhanden. 520 tropische Arten.

Theobroma Cacao L., Cacaobaum, tropisches Amerika; die Samen der grossen, wie Gurken aussehenden, beerenartigen Früchte sind eiweisslos, dienen zur Bereitung des Cacao und der Chocolade und sind auch officinell (Semen Cacao — Theobromin, fettes Oel = Cacaobutter, Cacaoroth etc.) — Circa 60 Arten in der Kreide und im Tertiär.

733. (Fam. 237.) Tiliaceae. Meist Holzgewächse mit ungetheilten oder gelappten, 2zeiligen Blättern und hinfälligen Nebenblättern. B ☿, ✶, 5zählig, seltener 4zählig. K 5, abfallend. C 5, in der Knospe schwach

deckend. A 5 ∞ vor den Kronblättern, die Zweige ganz frei oder nur an der Basis vereinigt, oft die innersten als Staminodien, die Antheren 2fächerig. G $\underline{(5)}$ oder $\underline{(2-10)}$, die Fächer mit je 2 Samenknospen. Frucht meist kapsel- oder nussartig, durch Verkümmerung oft 1fächerig und einsamig. Samen meist mit Endosperm und geradem Keimling. 330 Arten in Tropen und gemässigten Zonen.

Bei uns nur Tilia, Linde, (T. grandifolia und T. parvifolia Ehrh.), deren Blüthen officinell (Flores Tiliae — ätherisches Oel, Gerbstoff, Schleim); Holz und Bast technisch verwerthet, letzterer als Flechtmaterial. Corchorus olitorius, capsularis u. a. ostindische Arten liefern im Baste die „Jute“ als Gespinnstfaser. — Circa 30 Arten im Tertiär.

734. (Fam. 238.) Malvaceae. Meist Kräuter mit handförmig-nervigen, oft gelappten, in der Knospe fächerförmig gefalteten Blättern mit bleibenden oder hinfälligen Nebenblättern. B in achselständigen, oft geknäuelten Trugdolden, ✱, ☿. K 5, klappig, oft von einem aus Hochblättern gebildeten Aussenkelche umgeben. C 5, in der Knospe wechselwendig gedreht, durch die in eine lange Röhre verwachsenen A ∞ am Grunde verbunden. Filamente der A noch verzweigt, so dass sie nur eine (sogenannte 1fächerige) Antherenhälfte tragen. G $\underline{(3-\infty)}$, mit 1—∞ Samenknospen in jedem Fache. Frucht in nierenförmige, nicht aufspringende Theilfrüchte zerfallend, oder eine fachspaltige Kapsel. Samen mit wenig Endosperm und gekrümmtem Keimling. 700 Arten in Tropen und gemässigten Klimaten.

I. Fruchtknoten 5fächerig. Frucht eine Kapsel. Aussenkelch vielblätterig: Hibiscus.

II. Früchtchen viele, nierenförmig, 1samig, zu einem flachen, vielfächerigen Fruchtknoten verbunden.

A. Aussenkelch 3blätterig: Malva.

B. Aussenkelch 6—9spaltig: Althaea.

C. Aussenkelch 3spaltig: Lavatera.

Althaea officinalis L., Eibisch, die Wurzel (Radix Althaeae — Bassorin, Stärke, Asparagin) und Blätter (Folia Althaeae — Schleim) officinell. A. rosea L., Stockrose, Stockmalve (Orient), in zahlreichen Spielarten als Zierpflanze, die Blüthen officinell (Flores Malvae arboreae — Schleim, Farbstoff) und die dunkeln Varietäten zum Färben des Weines. Malva rotundifolia L. und M. sylvestris L., von ersterer die Blätter (Folia Malvae minoris), von letzterer Blätter und Blüthen (Folia Malvae majoris und Flores Malvae vulgaris) officinell). Lavatera trimestris L. (Südeuropa) und Malope trifida Cav. (Spanien) sind häufige Zierpflanzen. Hibiscus tiliaceus L., H. cannabinus L. u. a. A. Ostindiens liefern Gespinnstfasern; H. Rosa sinensis L., Zierstrauch aus China. Gossypium herbaceum L., G. religiosum L. und G. arboreum L. (tropisches Asien) liefern in den Samenhaaren die Baumwolle und werden daher in fast allen Tropenländern cultivirt.

VI. Reihe. Centrospermae.

Samenknospen fast immer grundständig oder einer verlängerten axilen Placenta entspringend, seltener wandständig.

74. Ordnung. Polygoninae.

735. (Fam. 239.) Polygonaceae. Kräuter, seltener strauch- oder baumartig, zuweilen windend, der Stengel oft mit sehr entwickelten Knoten. Blätter spiralig, in der Knospe am Rande zurückgerollt, am Grunde scheidig und mit tuten- oder röhrenförmig verwachsenen, stengelumfassenden Nebenblättern (ochrea). B meist ☿, ✱, meist in Aehren oder Rispen, spiralig oder cyclisch. Im ersteren Falle 5 corollinische Perigonblätter und meist A 8, im letzteren meist 3 + 3 calycinische, an der Basis etwas verwachsene

Blätter und A 6, die zu zweien vor den äusseren Perigonblättern stehen und zu denen manchmal noch 3 innere vor den inneren Perigonabschnitten stehende kommen. G $\underline{(2-3)}$, 1fächerig, mit 1 grundständigen, orthotropen Samenknospe. Frucht eine 2—3kantige Nuss, oft vom bleibenden P eingehüllt. Samen mit mehligem Endosperm.

I. Rhabarbareae. P 6theilig, mit gleichen Abschnitten. A 6—9. Frucht linsenförmig oder 3kantig, die Kanten geflügelt. Keimling in der Axe des Endosperms. Rheum: A 9.

II. Rumiceae. P 4—6theilig, die äusseren Abschnitte an der Frucht nicht vergrössert, abstehend oder zurückgeschlagen, die 2—3 inneren vergrössert und aufrecht, die 3-kantige Frucht einschliessend. Keimling meist seitlich. Rumex: A 6.

III. Polygoneae. P 3—6theilig, mit meist ziemlich gleich langen, an der Frucht sämmtlich aufrechten Abschnitten. Frucht linsenförmig oder 3kantig. Keimling meist seitlich. Polygonum: A 5—8.

Rheum officinale Baill. (China) liefert die chinesische Rhabarber (Radix Rhei asiatici — Chrysophan, Chrysophansäure, Rheumgerbsäure, Rheumsäure, Phaeoretin, oxalsaurer Kalk etc.). Andere Rhabarbersorten kommen von den in Europa cultivirten asiatischen R. palmatum, compactum, undulatum, Emodi (Radix Rhei europaei). R. Rhaponticum L., Rhapontikwurzel, Südsibirien, enthält die Stoffe der echten Rhabarber. Manche der obigen Arten werden auch als Zier- und Gemüsepflanzen gebaut. Rumex Acetosa L., Sauerampfer und R. Patientia L., englischer Spinat, als Gemüsepflanzen cultivirt. Polygonum Fagopyrum L. und P. tataricum L., Buchweizen; beide aus Innerasien und namentlich erstere Art als Mehlpflanze auf Moor-, Haide- und Sandboden gebaut. — 6 Arten im Tertiär.

75. Ordnung. Caryophyllinae.

Meist krautartige Pflanzen mit gegenständigen, seltener spiraligen, meist ungetheilten Blättern. B meist ☿, ✱. K (oder P) in der Knospe fast stets dachig, manchmal corollinisch. C oft 0. A in 1 oder 2 nicht immer vollständig ausgebildeten Kreisen. G $\underline{(1-5)}$, 1- oder mehrfächerig, mit anatropen oder campylotropen Samenknospen, die einzeln oder zu mehreren auf einer axilen, sich oft säulenförmig erhebenden Placenta stehen. Embryo um das Perisperm gekrümmt.

736. (Fam. 240.) Nyctagineae. Kräuter mit meist gegenständigen, ganzrandigen Blättern ohne Nebenblätter. B einzeln oder mehrere von einer kelchartigen Hülle umgeben. P 4—10lappig, corollinisch. A meist mehr oder weniger als Perigonabschnitte. G $\underline{(1)}$, mit 1 aufrechten, campylotropen Samenknospe. Frucht nussartig, die häutige Samenschale mit der Fruchtschale mehr oder weniger verwachsen. Keimling gerade oder zusammengebogen. 130 meist tropische Arten.

Mirabilis Jalapa L., Wunderblume (Südamerika) und M. longiflora L. (Mexiko) oft als Zierpflanzen. — 4 Arten im Tertiär.

737. (Fam. 241.) Chenopodiaceae. Kräuter, seltener Sträucher. Blätter meist spiralig, nur die unteren gegenständig, meist einfach, ohne Nebenblätter, zuweilen rudimentär. B ☿ oder durch Fehlschlagen diclinisch, mit 2 kelchartigen Vorblättern oder nackt. P 2—5theilig, kelchartig, klein, unansehnlich, nach der Blüthe sich öfter vergrössernd. A 1—5, vor den Perigonabschnitten. G $\underline{(2-4)}$, 1fächerig, mit 1 aufrechten, campylotropen Samenknospe und 1—4 Narben. Frucht nussartig, seltener mit Deckel aufspringend. Samen mit kräftiger Schale. Keimling ring- oder hufeisenförmig, seltener spiralig. 500 Arten in gemässigten Klimaten.

I. ☿. A 1 oder 2. P ungetheilt, nur mit kleinem Spalt geöffnet. Pflanze fleischig, mit rudimentären, häutigen Scheidenblättern: Salicornia.

II. B ☿. A 3, selten 1 oder 5, am Grunde verwachsen. P 5blätterig, trockenhäutig: Polycnemum.

III. B ☿. A 5, selten weniger.

A. P 0 oder als 1—2 häutige Schüppchen: Corispermum.

B. P 5spaltig oder 5theilig.

1. P auf dem Rücken mit Anhängseln.

a. Keimling spiralig: Salsola.

b. Keimling ringförmig: Kochia.

2. P ohne Anhängsel.

a. Keimling spiralig: Schoberia.

b. Keimling ringförmig.

* P 5theilig, frei. A dem Perigongrunde eingefügt: Chenopodium (und Blitum).

* * P 5spaltig, am Grunde mit dem Fruchtknoten verwachsen. A einem fleischigen Ringe eingefügt: Beta.

IV. B einhäusig. P der ♂ B 4—5theilig. ♀ B ohne P, oder dieses wie bei ♂.

A. Samenknospe von dem aufsteigenden Stiele herabhängend: Obione (Halimus).

B. Samenknospe seitlich an dem verlängerten Stiele befestigt: Atriplex.

738. Atriplex hortense L. (Mittelasien), als Gemüsepflanze gebaut. Spinacia oleracea L., Spinat (Orient), verbreitete Gemüsepflanze. Chenopodium Quinoa L. (Chili, Peru), im Vaterlande wichtige Mehlpflanze. Ch. ambrosioides L., Jesuitenthee (Mexiko), das Kraut officinell (Herba Chenopodii ambrosioidis — ätherisches Oel, Harz). Beta vulgaris L., Runkelrübe (Küsten des südlichen Europas), in vielen Varietäten und Spielarten gebaut: var. Cicla, Mangold, römicher Spinat; var. rapacea, Runkelrübe, als alba oder weisse Runkel, rubra oder rothe Rübe, altissima oder Zuckerrübe etc., die letztere zur Fabrikation des Rübenzuckers. Schoberia maritima C. A. Mey., Salsola Kali L. u. a. A. des Meeresstrandes werden oft zur Sodabereitung verwendet.

739. (Fam. 242.) Amarantaceae. Kräuter und Sträucher mit spiraligen oder gegenständigen einfachen Blättern ohne Nebenblätter. B ☿ oder eingeschlechtlich, oft vielehig, klein und unansehnlich, zu Aehren, Köpfchen oder Knäueln in grosser Anzahl vereinigt. P (3—5) oder 3—5, trockenhäutig, öfter gefärbt. A 3—5, vor den Perigontheilen oft einem unterständigen Ringe eingefügt, frei oder etwas verwachsen und mit nebenblattähnlichen Anhängseln. G $\underline{(2-3)}$, 1fächerig, mit 1 oder seltener mehr anatropen, im Grunde aufrechten Samenknospen. Griffel getrennt oder verwachsen. Frucht nussartig, oder unregelmässig oder mit einem Deckel quer aufspringend. Samen mit fester, glänzender Schale. 500 Arten der Tropen und gemässigten Zone, besonders in Südamerika.

In Deutschland nur Arten von Amarantus, von welcher Gattung auch manche als Zierpflanzen in Gärten vorhanden sind (A. sanguineus L., A. atropurpureus Roxb. u. a. ostindische A. — Fuchsschwanz) und zahlreiche Arten in den Tropen als Gemüse dienen. Celosia cristata L., Hahnenkamm (Ostindien, Südamerika), Zierpflanze mit verbänderterer Blüthenstandsaxe.

740. (Fam. 243.) Caryophyllaceae. B ✶, 4—5zählig, mit K und C oder die C unterdrückt. A so viele oder doppelt so viele als C, zuweilen einzelne fehlend. G $\underline{(2-5)}$, meist 1fächerig mit 1 — ∞samiger Central- oder Basilarplacenta. 1000 Arten in gemässigten und kalten Zonen. 4 Unterfamilien, die oft auch als selbständige Familien betrachtet werden.

1. Paronychieae. Kräuter oder Halbsträucher mit meist gegenständigen Blättern und trockenhäutigen Nebenblättern. B meist trugdoldig oder geknäuelt, mit unscheinbaren Blüthenhüllen. K (4—5). C 4—5, öfter fehlend, oder die Blätter klein und den Staubfäden ähnlich. A den Kelchtheilen superponirt, öfter dem Kelchgrunde eingefügt, 5 oder auch 10, oder einzelne fehlschlagend. Frucht ungefächert, meist 1samig, nicht oder nur am Grunde unvollkommen aufspringend, selten eine mehrsamige Kapsel. Keimling selten in der Axe des Eiweisses, gerade.

I. Meist 3 Staubgefässe. Kapsel 3klappig, ∞samig, bis zur Basis aufspringend: Polycarpon.
II. Staubgefässe 5.
A. Griffel mit 2 Narben.
a. Kelchzipfel flach-concav.
* Schliessfrucht ohne Deckelansatz: Herniaria.
* * Schliessfrucht mit angewachsenem Deckel: Paronychia.
b. Kelchzipfel dick, schwammig, von der Seite zusammengedrückt, begrannt. Kapsel mit 5—10 schmalen, oben zusammenhängenden Klappen sich öffnend; Illecebrum.
B. Mit 3 Narben und 1samiger Schliessfrucht: Corrigiola.

II. Scleranthеae. Kräuter mit gegenständigen, schmalen, sitzenden, nebenblattlosen Blättern. K (4—5), bleibend. C 0. A 5, mit 5 Staminodien wechselnd. Fruchtknoten mit 1—2 grundständigen Samenknospen. Schliessfrucht 1samig. Keimling peripherisch. — Scleranthus.

741. III. Alsineae. Meist kleine, unscheinbare Kräuter mit zarten, an den Knoten mehr oder weniger verdickten Stengeln. Blätter gegenständig, oft sitzend, einfach, öfter am Grunde zu einer Scheide verwachsen, ohne Nebenblätter. Blüthenboden stets völlig verkürzt. K 5, selten 4. C meist vorhanden. A meist 10, doch vielfach schwankend, öfter nur 5 vollkommen ausgebildet. Griffel oder Narben 2—5. Kapsel einfächerig, ∞samig, mit so vielen oder doppelt so vielen Klappen oder Zähnen, als Griffel oder Narben vorhanden, aufspringend.

I. Griffel oder Narben 3 (selten 2).
A. Kronblätter ganz, oder seicht ausgerandet.
a. Aeussere Staubgefässe an der Basis mit 2 kleinen Drüsen. Kapsel 3klappig.
* Samen nierenförmig, flügellos: Alsine.
* * Samen 3eckig oder rundlich, flügellos oder geflügelt: Lepigonum (Spergularia).
* * * Samen verkehrt eiförmig, auf dem Rücken aufgetrieben-gewölbt, auf der entgegengesetzten Seite mit einer länglichen Grube: Honkeneya (Halianthus).
b. Staubgefässe ohne Drüsen.
* Kapsel 4—6klappig. Samen mit Anhängsel: Möhringia.
* * Kapsel 6klappig. Samen nierenförmig, ohne Anhängsel: Arenaria.
B. Kronblätter gezähnt. Staubgefässe meist 3—5. Samen schildförmig: Holosteum.
C. Kronblätter tief ausgerandet oder 2theilig. Staubgefässe 3, 5, 8 oder 10. Samen nierenförmig: Stellaria.
II. Griffel und Narben 4. Blüthe 4gliederig. Kapsel 8zähnig: Moenchia.
III. Griffel und Narben 5.
A. Blüthe 4—5gliederig; A 4, 5 oder 10. Kronblätter ungetheilt. Kapsel 4—5klappig. Samen nierenförmig, flügellos: Sagina.
B. Blüthe 5gliederig.
a. Kronblätter ungetheilt. Kapsel 5klappig. Samen kreisrund, mit einem Flügel umzogen: Spergula.
b. Kronblätter ausgerandet oder 2spaltig. Samen flügellos.
* Kapsel an der Spitze 10klappig. Narben vor den Kelchblättern: Cerastium.
* * Kapsel 5klappig. Narben vor den Kronblättern: Malachium.

Spergula arvensis L., Spergel, Spark; in sandigen Gegenden als Futterkraut cultivirt.

742. IV. Sileneae. Meist Kräuter mit knotig gegliedertem Stengel und gegenständigen, sitzenden, meist schmalen, oft an der Basis scheidig verwachsenen, nebenblattlosen Blättern. K (5). C 5, die Blätter oft zerschlitzt oder gespalten, manchmal mit Ligulargebilden (Nebenkrone). A 5 + † 5. G $\underline{(2-5)}$, 1fächerig oder unvollkommen mehrfächerig. Griffel 2—5.

Oberhalb des Kelches ist die Blüthenaxe oft zu einer C, A und G tragenden Säule verlängert.

I. Griffel und Narben 2.
  A. Kelch mit trockenhäutigen Streifen.
    a. Samen nierenförmig, mit gerundetem Rücken. Keimling gekrümmt: Gypsophila.
    b. Samen schildförmig oder gewölbt, mit vorspringendem Kiel. Keimling fast gerade: Tunica.
  B. Kelch ganz krautig.
    a. Kelch von mehreren Hochblättern umgeben. Blumenblätter plötzlich in den meist mit Flügelleisten versehenen Nagel verschmälert, ohne Krönchen (Ligula). Sonst wie Tunica: Dianthus.
    b. Kelch ohne Hochblätter. Blumenblätter am Nagel mit Flügelleisten. Keimling gekrümmt.
      * Kelch cylindrisch. Blumenblätter mit einem 2spitzigen Nebenkrönchen. Samen nierenförmig: Saponaria.
      * * Kelch bauchig, 5kantig. Blumenblätter ohne Krönchen. Samen kugelig: Vaccaria.
II. Griffel und Narben 3.
  A. Frucht eine schwarze, 1fächerige Beere: Cucubalus.
  B. Frucht eine unvollständig 3-, selten 5fächerige Kapsel: Silene.
III. Griffel und Narben 5 (seltener 3).
  A. Kapsel am Grunde 5fächerig, an der Spitze 5klappig: Viscaria.
  B. Kapsel 1fächerig.
    a. Kapsel 10zähnig aufspringend (oft — wenn nur 3 Griffel — mit 6 Zähnen) Melandryum.
    b. Kapsel 5zähnig oder -klappig.
      * Blumenblätter mit Nebenkrone, der Nagel ohne Flügelleisten.
        ○ Krönchen auf einer hohen Wölbung stehend. Fruchtknoten nicht gedreht: Lychnis.
        ○ ○ Krönchen flach aufsitzend. Fruchtknoten schwach gedreht: Coronaria
      * * Blumenblätter ohne Krönchen, der Nagel mit Flügelleisten: Agrostemma

Saponaria officinalis L., Seifenkraut, die Wurzel officinell (Radix Saponariae rubrae — Saponin, Gummi). Arten von Dianthus, Nelke (D. barbatus L., D. Caryophyllus L., D. chinensis L. u. A.), Lychnis, Lichtnelke (L. chalcedonica L., L. coronaria L. etc.), Gypsophila (G. paniculata L.), sind häufige Zierpflanzen in Gärten.

743. (Fam. 244.) Phytolaccaceae. Kräuter oder Halbsträucher mit abwechselnden, einfachen Blättern, zum Theil ohne Nebenblätter. B ☿, in Aehren oder cymösen Blüthenständen. K (4—5), oft gefärbt. C meist 0. A 4—∞, zuweilen am Grunde verwachsen. G $\underline{(1-10)}$, frei oder verwachsen, der Fruchtknoten in letzterem Falle gefächert, die Fächer mit 1 Samenknospe. Frucht beerenartig. Same nur selten mit geradem Keimling. 84 Arten in wärmeren Klimaten.

Phytolacca decandra L., Kermesbeere (Nordamerika); der rothe Saft der Beere zum Färben des Weines dienend.

744. (Fam. 245.) Portulacaceae. Meist 1jährige Kräuter mit sitzenden oder kurz gestielten, meist abwechselnden Blättern ohne oder mit rudimentären Nebenblättern. K meist (2), öfter halboberständig, oft oberhalb der Basis abfallend. C 4—6, oft 5, sehr hinfällig, in der Knospe dachig, oft 0. A 3—∞, zuweilen am Grunde verwachsen. G $\underline{(3)}$, 1fächerig, selten mehrfächerig, mit 1 oder mehr grundständigen, langgestielten, amphitropen Samenknospen in jedem Fache. Kapsel quer oder klappig aufspringend, ∞samig; seltener eine 1samige Nuss. 225 Arten in warmen und gemässigten Zonen.

Portulaca: Kelchsaum abfallend. C 5, frei oder am Grunde verwachsen. A 8—15. Griffel 3—6spaltig. Kapsel quer aufspringend.

Montia: Kelch bleibend. C trichterförmig, mit auf einer Seite gespaltener Röhre, der Saum 5theilig. A 3. Griffel fast fehlend, mit 3 Narben. Kapsel 3klappig.

Portulaca oleracea L., aus Südeuropa eingeschleppt und verwildert, die var. sativa Haw. als Gemüsepflanze (Portulak) gebaut. Manche Arten als Zierpflanzen (P. grandiflora Hook., P. Gilliesii Hook. u. a. chilenische Arten).

76. Ordnung. Opuntinae.

B oberständig, meist spiralig, mit meist C ∞ und A ∞; die Placenten wandständig.

745. (Fam. 246.) Aizoaceae (Ficoideae, Mesembryanthemeae). Kräuter oder Sträucher mit meist fleischigen, saftreichen Blättern ohne Nebenblätter. B ✱, ☿, einzeln oder in Trugdolden, bald ansehnlich, bald unscheinbar. K 4—8. C ∞, manchmal auch 0. A 4—∞. G $\overline{(4-20)}$, der Fruchtknoten gefächert, mit ∞ amphitropen Samenknospen. Frucht meist eine mehrfächerige, ∞samige, vom Kelche umgebene Kapsel. Samen mit Endosperm. 450 Arten in Tropen und gemässigten Zonen, besonders in Südafrika.

Zahlreiche Arten der Gattung Mesembryanthemum als Zierpflanzen (Eiskräuter). Tetragonia expansa Ait. (Neuseeland), als neuseeländischer Spinat als Gemüse cultivirt.

746. (Fam. 247.) Cactaceae. Sehr mannigfaltig und eigenthümlich gestaltete Pflanzen mit fleischigen, saftreichen, häufig gegliederten Stämmen, deren Blätter fehlen oder zu Dornen verkümmert sind. B ☿, meist ✱, seltener ↑. K ∞. C ∞, meist spiralig und ohne scharfe Grenze. A ∞. G $\overline{(3-\infty)}$, 1fächerig, mit 3 oder mehr wandständigen Placenten, die Samenknospen anatrop. Beerenfrüchte mit endospermlosen Samen und geradem oder gekrümmtem Keimling. 1000 (?) Arten, sämmtlich im tropischen Amerika heimisch, in der alten Welt nur eingewandert.

Zahlreiche Arten der Gattungen Mamillaria, Melocactus, Echinocactus, Cereus, Epiphyllum, Phyllocactus, Opuntia etc. sind Zierpflanzen. Cereus grandiflorus Mill. (Westindien) gewöhnlich als „Königin der Nacht" cultivirt. Die Stämme von C. giganteus Engelm. (Neumexiko) erreichen die Höhe von 40—60 Fuss bei 3 Fuss Umfang. Opuntia Ficus indica Mill., indianische Feige (Südamerika), wird der essbaren Früchte wegen gebaut und dient nebst anderen Arten (O. vulgaris Mill., O. coccinellifera Mill. etc.) zur Zucht der auf ihnen lebenden Cochenille-Schildlaus (Coccus Cacti L.).

747. ? (Fam. 248.) Begoniaceae. Saftreiche Kräuter oder Halbsträucher von zweifelhafter Verwandtschaft, der Stengel meist knotig gegliedert oder auch verkürzt. Blätter meist abwechselnd, stets ungleichhälftig, schief, meist ganz, zuweilen handförmig gelappt, mit hinfälligen Nebenblättern. B meist monöcisch. P aus 2—8 corollinischen Blättchen gebildet. A der ♂ B ∞, dicht gedrängt, frei oder verwachsen. G der ♀ B $\overline{(2-3)}$, 2—3fächerig, mit ∞ anatropen Samenknospen im Innenwinkel der Fächer. Kapsel meist 2—3flügelig, 2—3fächerig. Samen ohne Endosperm, mit geradem Embryo. 350 tropische Arten, vorzüglich in Amerika und Asien.

Viele Arten der einzigen Gattung Begonia, Schiefblatt, sind Zierpflanzen; am bekanntesten sind B. Rex (Ostindien), B. manicata, B. argyrostigma (Brasilien), B. discolor (China) etc.

VII. Reihe. Calyciflorae.

G unterständig, oder oberständig und von einem Discus umgeben. Die B meist perigyn oder epigyn.

77. Ordnung. Serpentariae.

P einfach, meist corollinisch. G mehrfächerig, die A mit demselben mehr oder weniger verwachsen. Embryo klein, in der Mitte des Endosperms.

748. (Fam. 249.) Aristolochiaceae. Kräuter oder meist windende Sträucher, oft mit knolligem Wurzelstock. Blätter abwechselnd 2zeilig, gestielt, einfach, mehr oder weniger herzförmig, meist ohne Nebenblätter. B ☿, ✱ oder ↑. P meist 3spaltig, oder mit schiefem Saume, mit mehr oder weniger verlängerter Röhre, blumenartig gefärbt. A 6—12 oder mehr, frei oder mit dem G verwachsen. G $\overline{(4-6)}$, meist durch die in der Mitte nicht ganz zusammenschliessenden Samenleisten unvollständig 6fächerig, mit ∞ anatropen Samenknospen. Griffel mit grosser, scheibenförmiger, mehrstrahliger Narbe. Frucht kapsel- oder beerenartig. 200 in warmen und gemässigten Zonen heimische, vorzüglich südamerikanische Arten.

I. Aristolochieae. A 6, mit dem G verwachsen. G $\overline{(6)}$. P ↑. Aristolochia.

II. Asareae. A 12, frei. G $\overline{(6)}$. P ✱. Asarum.

III. Bragantieae. A 6—36, frei. G $\overline{(4)}$. P ✱.

Aristolochia serpentaria L., Schlangenwurzel (Nordamerika), der Wurzelstock officineil (Rhizoma Serpentariae — ätherisches Oel, Harz, Aristolochin). A. Sipho L'Herit. (Nordamerika), häufiger Zierstrauch als Laubenbekleidung. Asarum europaeum L., Haselwurz, der Wurzelstock officinell (Rhizoma Asari — Asarin, ätherisches Oel). — 10 Arten von Aristolochia in der Kreide und im Tertiär.

749. (Fam. 250.) Nepenthaceae. Halbsträucher oder Sträucher, öfter klimmend. Blätter mit lanzettlichem, flachem, blattartigem, in eine Ranke endendem Stiele, der eine krug- oder kannenförmige, hohle, mit Deckel versehene Spreite trägt, welche aus Drüsen der Innenwand Wasser absondert. B ✱, diöcisch; die ♂ mit P (4 oder 3) und A (4—16); die ♀ mit P (4 oder 3) und G $\overline{(4)}$. 33 vorzüglich im tropischen Asien heimische Arten.

Nepenthes destillatoria L. und N. Phyllamphora Willd. oft in Gewächshäusern. N. Rajah mit sehr grossen und weiten, fast fusslangen Kannen.

750. ? (Fam. 251.) Rafflesiaceae. Fleischige, chlorophylllose Wurzelparasiten, die manchmal völlig blattlos sind und dann eine völlig verkürzte Axe besitzen. B ✱, meist eingeschlechtlich, oft von ungeheurer Grösse (Rafflesia). P (3—10), corollinisch, röhrig-glockig oder tellerförmig. A 3—∞, meist unter sich verwachsen, dem P eingefügt oder auch mit dem G verwachsen. G $\overline{(3-\infty)}$, Fruchtknoten meist 1fächerig, mit wandständigen oder hängenden Placenten mit ∞ Samenknospen. Frucht beerenartig, ∞-samig. Same mit Endosperm und rudimentärem Embryo. 24 tropische Arten.

Cytinus Hypocistis L., auf den Wurzeln von Cistus in Südeuropa, an Monotropa und Orobanche erinnernd. Hydnora africana Thbg., pilzähnlich, auf den Wurzeln von Euphorbien am Cap. Rafflesia Patma Bl., auf Java auf den Wurzeln von Cissus (Ampelideen), fast nur eine 2 Fuss im Durchmesser haltende, übelriechende Blüthe bildend. R. Arnoldi RBr., auf Sumatra, noch grösser.

78. Ordnung. Santalinae.

Chlorophyllhaltige Parasiten mit einfachen, nebenblattlosen Blättern. K (oder P) in der Knospe klappig. C meist 0. A in gleicher Zahl den Perigontheilen eingefügt. G 1fächerig. Keimling in der Axe des fleischigen Endosperms.

751. (Fam. 252.) Santalaceae. Auf Wurzeln schmarotzende Kräuter oder Holzgewächse mit spiraligen, oder auch unteren gegenständigen, grünen Blättern. B ✱, meist ☿, meist in Aehren oder Rispen, seltener einzeln. P (4—5),

röhrig, innen gefärbt. C meist 0. A 4—5. G $\overline{(3)}$. Samenknospen von einer centralen Placenta herabhängend, anatrop, ohne Integumente. Frucht eine 1samige Nuss oder Steinfrucht. 225 meist in gemässigten Klimaten heimische Arten.

Santalum album L., Baum in Ostindien, liefert das als Nutzholz geschätzte Sandelholz. In Deutschland nur die Gattung Thesium vertreten. Osyris alba L., Strauch im südlichen Europa. — 13 Arten im Tertiär.

752. (Fam. 253.) Loranthaceae. Auf Bäumen schmarotzende immergrüne Sträucher mit meist gegenständigen, zuweilen rudimentären Blättern. B ✶, ☿ oder häufiger diclinisch. P (4, 6 oder 8). C 0. A 4 oder 6. G $\overline{(2-3)}$. Samenknospen aufrecht, mit der Fruchtknotenwand und unter sich verwachsen, (oder 1 Samenknospe mit mehreren Embryosäcken?). Beere 1-samig. 500 tropische und in gemässigten Klimaten heimische Arten.

Viscum: B bei unserer Art diöcisch. P der ♂ B (4). A 4, mit den ∞fächerigen Antheren den Lappen des P angewachsen. P der ♀ B 4. G (2).

Loranthus: B ☿ oder eingeschlechtlich. P 6. A 6, dem Grunde des P eingefügt. G (3).

Viscum album L., Mistel, auf vielen verschiedenen Baumarten schmarotzend, enthält Viscin und wird zur Bereitung des Vogelleimes verwendet. Loranthus europaeus, schon in Oesterreich hier und da auf Eichen und Linden.

753. ? (Fam. 254.) Balanophoreae. Chlorophyllfreie, oft pilzähnliche Wurzelschmarotzer ohne Laubblätter. B klein, eingeschlechtlich, in reichblüthigen Inflorescenzen. P meist mehr oder weniger verkümmert, oft 0, in den ♂ B 4–5spaltig. A 1—3 oder mehr, oft verwachsen. G meist 1-fächerig, mit 1—2 bald hängenden anatropen, bald aufrechten orthotropen Samenknospen, diese oft ohne Integumente oder letzteres einfach. Frucht nuss- oder steinfruchtartig. 40 meist tropische Arten.

Balanophora, Langsdorffia etc. Cynomorium coccineum Mich., Hundsruthe, schon in den Mittelmeerländern.

79. Ordnung. Thymelinae.

Meist Holzpflanzen ohne Nebenblätter. P röhrig, corollinisch oder doch inwendig gefärbt. C meist 0. A vor den Perigonabschnitten der Perigonröhre eingefügt. G oberständig, 1fächerig, mit meist nur 1 anatropen Samenknospe. Endosperm spärlich oder 0.

754. (Fam. 255.) Thymelaeaceae. Holzgewächse, seltener Kräuter, mit spiraligen, ungetheilten Blättern. B ☿ oder durch Fehlschlagen 2häusig, ✶. P (4), selten (5), in der Knospe dachig. A 4 + 4. G $\underline{1}$. Samenknospe hängend. Beere oder Nuss. Same mit spärlichem oder ohne Eiweiss. 300 Arten in Tropen und gemässigten (besonders nördliche gemässigte) Zonen.

Daphne: B ☿. P gefärbt, abfallend. Beerenfrucht.

Passerina (Thymelaea): B ☿ oder eingeschlechtlich. P meist ungefärbt, bleibend und die Nuss einschliessend.

Daphne Mezereum L., Kellerhals, Seidelbast; die Rinde officinell (Cortex Mezerei — Daphnin, Harz etc.).

755. (Fam. 256.) Elaeagnaceae. Holzgewächse, oft mit dornigen Zweigen, die jungen Aeste und Blätter mit silberweissen oder rostfarbenen, sternartigen Schuppen dicht besetzt. Blätter spiralig oder gegenständig, einfach. B ✶, ☿, diöcisch oder vielehig. P (2 oder 4). A 4 oder 5. G $\underline{1}$. Samenknospe aufrecht. Frucht nussartig, von der saftig werdenden Perigonbasis umgeben (Scheinbeere). Same mit wenig Endosperm. 35 vorzüglich der nördlichen gemässigten Zone eigene Arten.

Hippophaë: B 2häusig. P der ♂ B 2, das der ♀ (2). Nuss glatt.

Elaeagnus: B ☿ oder durch Fehlschlagen des G ♂. P (4), das der ☿ B im Grunde mit einem den Griffel eng umschliessenden Discus. Nuss 8furchig. E. argenteus Pursh (Nordamerika) und E. angustifolius L. (Südeuropa) als Ziersträucher; manchmal verwildert.

756. (Fam. 257.) Proteaceae. Holzgewächse mit immergrünen, lederartigen, sehr verschieden gestalteten Blättern. B ✶ oder ↑, ☿. P (4). A 4, den Perigonzipfeln eingefügt. G $\underline{1}$, meist von einer Verlängerung der Axe getragen. Samenknospe meist einzeln, anatrop und grundständig, oder orthotrop und hängend. Frucht balgkapselartig, seltener nuss- oder steinfruchtartig. Same ohne Endosperm. 1100 Arten, die meisten in Australien und Südafrika.

Viele Arten der Gattungen Protea, Grevillea, Manglesia, Leucadendron, Banksia etc. als Ziersträucher in Gewächshäusern.

136 Arten in 18 Gattungen sind im Tertiär gefunden worden.

80. Ordnung. Umbelliflorae.

B oberständig, in Dolden. Auf dem meist 2fächerigen Fruchtknoten ein drüsiger Discus. Samenknospen in jedem Fache einzeln, hängend, anatrop. Same mit Endosperm.

757. (Fam. 258.) Cornaceae. Meist Sträucher mit einfachen, meist gegenständigen Blättern ohne Nebenblätter. B ✶, ☿ oder vielehig; die Blüthenstände manchmal mit einer aus 4 Hochblättern gebildeten, oft gefärbten Hülle. K (4). C 4, in der Knospe klappig. A 4. G $\overline{(2)}$, selten $\overline{(3)}$. Griffel ungetheilt, mit kopfiger Narbe. Steinfrucht 2-, oder durch Fehlschlagen 1fächerig. 80 meist der nördlichen gemässigten Zone angehörende Arten.

Cornus mas L., Kornelkirsche, liefert essbare Früchte und ein sehr hartes Holz. C. sanguinea L., Hartriegel, wild, doch auch oft in Gärten angepflanzt.

758. (Fam. 259.) Araliaceae. Meist Holzgewächse mit spiraligen, nebenblattlosen, oft fieder- oder handförmig zusammengesetzten Blättern. B ☿, ✶. K (5—10). C 5—10, in der Knospe klappig, selten 0. A 5—10. G $\underline{(2-10)}$, die Griffel oft verwachsen. Frucht eine Beere, in der oft einige Fächer fehlschlagen. 340 Arten in Tropen und gemässigten Klimaten.

Hedera Helix L., Epheu, in unseren Wäldern wild, häufig als Mauerbekleidung. Aralia papyrifera Hook. (China); das schwammige Mark zur Papierbereitung. Manche Arten der Gattung als Zierpflanzen. Panax Ginseng, Arzneipflanze der Chinesen, als Pentsao im Handel.

759. (Fam. 260.) Umbelliferae. Meist Kräuter, oft von bedeutender Höhe, gewöhnlich mit deutlich gegliederten Stengeln mit hohlen Internodien. Blätter in der Regel spiralig gestellt, mit stark entwickelter, stengelumfassender Scheide des Blattstieles, vorherrschend mehr oder weniger fiedertheilig, seltener einfach, die obersten oft mit sehr rudimentärer Spreite. Nebenblätter fehlen. B gewöhnlich in zusammengesetzten, seltener in einfachen Dolden oder Köpfchen, unterhalb der Doldenverzweigung eine Hülle aus Hochblättern (involucrum) bald vorhanden, bald fehlend und ebenso das unter den Döldchen auftretende Hüllchen (involucellum). Die einzelne B ✶ oder ↑, ☿, oder die randständigen B zuweilen ♂ oder geschlechtslos, der Bautypus K 5, C 5, A 5, G $\overline{(2)}$. K meist sehr klein, aus 5 Zähnchen bestehend oder kaum angedeutet. C meist weiss oder röthlich, selten gelb oder blau, die Blätter ungetheilt oder ausgerandet, oft durch ein nach aufwärts eingebogenes Spitzchen scheinbar herzförmig, in der

Knospe meist klappig, die in der Dolde nach aussen gewendeten Blättchen oft grösser oder die ganzen Randblüthen der Dolde grösser, als die des Centrums (strahlende Dolde). A in der Knospe einwärts gebogen. Fruchtknoten 2fächerig, die beiden Carpelle vorn und hinten stehend, jedes Fach mit 1 hängenden Samenknospe. Griffel 2, ihre Basis drüsig angeschwollen und das Stempelpolster bildend. Frucht zuletzt in die beiden als Theilfrüchte frei werdenden Fächer zerfallend, die sich von einer stehen bleibenden, ungetheilten oder gabelig getheilten Mittelsäule (carpophorum — Fruchtträger) loslösen und an dieser noch einige Zeit hängen bleiben. Bau der Fruchtschale für die Systematik verwendet. Man unterscheidet an jeder Theilfrucht gewöhnlich 5 Rippen oder Hauptrippen (juga), von denen 2 am Rande (juga lateralia), 3 auf dem Rücken (jugum dorsale in der Mitte und 2 links und rechts davon liegende j. intermedia) verlaufen; die der Mitte der Kelchblätter entsprechenden heissen juga carinalia, die unter der Grenze je zweier Kelchtheile liegenden juga suturalia. Die beiden Seitenrippen rücken oft auf die Berührungsfläche der Theilfrüchte, die Fugenseite (commissura), hinüber. Die zwischen den Rippen liegenden Vertiefungen heissen Thälchen (valleculae); in ihnen tritt oft eine Nebenrippe (jugum secundarium) auf, die sich nicht selten stärker als die Hauptrippen entwickelt. Unter den Thälchen sowie auf der Fugenseite liegen in der Fruchtwand gewöhnlich mit ätherischen Oelen gefüllte Gänge, die Oelstriemen oder Striemen (vittae). Same mit reichem Endosperm und sehr kleinem Embryo. Die Gestalt des Endosperms auf der Fugenseite verschieden und darnach 3 Unterfamilien unterschieden:

Orthospermeae: Endosperm auf der Fugenseite flach oder convex.

Campylospermeae: Endosperm auf der Fugenseite mit einer Längsfurche oder mit eingebogenen Rändern, daher auf dem Querschnitt concav.

Coelospermeae: Endosperm auf der Fugenseite halbkugelig ausgehöhlt, daher auf Längs- und Querschnitt concav.

1300 Arten, die meisten in der nördlichen gemässigten Zone, die Tropenbewohner nur in bedeutender Höhe.

760. Die deutschen Gattungen lassen sich in folgender Weise gruppiren:

I. Unterfam. Orthospermeae.

A. Dolden einfach und armblüthig, oder kopfförmig, oder unvollkommen zusammengesetzt.

1. Gruppe. Hydrocotyleae. Frucht von der Seite zusammengedrückt. Blumenblätter mit gerader oder kaum zurückgebogener Spitze. Meist nur 2 Rückenrippen entwickelt. Hydrocotyle.

2. Gruppe. Saniculeae. Frucht fast stielrund, die Oberfläche meist schuppig-faltig oder stachelig. Blumenblätter von der Mitte an zurückgebogen.

a. Frucht fast kugelig, dicht mit hakigen Stacheln bedeckt, ohne Rippen: Sanicula.

b. Frucht zuletzt seitlich schwach zusammengedrückt, glatt, mit fädlichen, schwach vortretenden Rippen. Hülle grossblätterig, grün: Hacquetia.

c. Frucht etwas vom Rücken zusammengedrückt, die Rippen faltig gezähnt. Hülle grossblätterig, bunt: Astrantia.

d. Frucht ohne Rippen, schuppig oder knotig. Distelartige Pflanzen mit grossen, stechenden Hüllblättern: Eryngium.

B. Dolden zusammengesetzt.

a. Früchte nur mit 5 Hauptrippen, ohne Nebenrippen.

3. Gruppe. Ammieae. Frucht von der Seite zusammengedrückt, und der eingezogenen Fugenseite wegen meist 2knotig. Rippen ungeflügelt.

* Kelchsaum undeutlich.

α. Blumenblätter ungetheilt.

○ Blumenblätter einwärts gebogen, gelb oder gelblich.

§ ♂ und ♀ mit B ☿ gemischt, die Blumenblätter der ♂ B lanzettlich, die der ♀ und ☿ eirund: Trinia.

§ § Alle B gleich.

× Blumenblätter gestutzt. Rippen scharf. Thälchen ohne oder mit 3 Striemen. Blätter einfach: Bupleurum.

× × Blumenblätter in ein eingebogenes Läppchen verschmälert. Rippen fadenförmig. Thälchen 1striemig. Blätter gefiedert: Petroselinum.

○ ○ Blumenblätter sternförmig ausgebreitet.

§ Blumenblätter rundlich. Frucht rundlich: Apium.

§ § Blumenblätter eiförmig. Frucht eiförmig oder länglich: Helosciadium.

β. Blumenblätter herzförmig, mit eingebogenem Läppchen, weiss. Rippen fadenförmig.

○ Fruchtträger erst an der Spitze getheilt.

§ Thälchen ohne Striemen. Blätter doppelt-3zählig: Aegopodium.

§ § Thälchen 1striemig. Blätter abnehmend gefiedert: Carum.

○ ○ Fruchtträger tief 2spaltig.

§ Thälchen 1striemig. Hüllchen ∞blätterig: Ammi.

§ § Thälchen mehrstriemig. Hüllchen 0: Pimpinella.

* * Kelchsaum 5zähnig. Blumenblätter mit eingebogenem Läppchen.

α. Thälchen 1striemig.

○ Frucht fast kugelig. Rippen flach. Endosperm auf der Fugenseite gewölbt. Hülle 0. Hüllchen ∞blätterig: Cicuta.

○ ○ Frucht länglich. Rippen fadenförmig. Endosperm auf der Fugenseite flach. Hülle und Hüllchen ∞blätterig: Falcaria.

β. Thälchen 3striemig. Hülle und Hüllchen mehrblätterig.

○ Schenkel des Fruchtträgers mit der Theilfrucht verwachsen. Striemen unter der dicken Fruchtschale verborgen. Endosperm auf der Fugenseite gewölbt: Berula.

○ ○ Schenkel des Fruchtträgers der Frucht angewachsen oder frei. Striemen oberflächlich. Endosperm auf der Fugenseite flach: Sium.

4. Gruppe. Seselineae. Frucht im Querschnitte kreisrund. Rippen fadenförmig oder geflügelt.

* Kelchsaum undeutlich. Fruchtträger 2theilig.

α. Thälchen 1striemig.

○ Endosperm auf der Fugenseite flach. Blumenblätter herzförmig, mit eingebogenem Läppchen, weiss.

§ Randständige Rippen etwas breiter, alle scharf gekielt. Hüllchen 3-blätterig: Aethusa.

§ § Alle Rippen gleich, etwas geflügelt. Hüllchen ∞blätterig: Cnidium.

○ ○ Endosperm auf der Fugenseite gewölbt. Blumenblätter rundlich, eingerollt, gelb. Rippen stumpf. Hüllchen 0: Foeniculum.

β. Thälchen mehrstriemig.

○ Rippen gleich oder fast gleich.

§ Griffel aufrecht: Athamantha.

§ § Griffel zurückgebogen.

× Blumenblätter elliptisch, beiderseits verschmälert, weiss: Meum.

× × Blumenblätter länglich-eiförmig, in ein eingebogenes Spitzchen verschmälert, gelblich: Silaus.

○ ○ Rippen geflügelt, die randständigen doppelt so breit, als die rückenständigen: Conioselinum.

* * Kelchsaum 5zähnig. Thälchen meist 1striemig.

α. Fruchtträger deutlich. Endosperm auf der Fugenseite gewölbt: Oenanthe.

β. Fruchtträger 2theilig. Endosperm flach.

○ Kelchzähne kurz, dick, bleibend: Seseli.

○ ○ Kelchzähne pfriemenförmig, abfallend: Libanotis.

5. Gruppe. **Angeliceae.** Frucht vom Rücken zusammengedrückt. Die 3 Rückenrippen geflügelt oder fadenförmig, die Seitenrippen stets breit geflügelt, die Flügel beider Theilfrüchte von einander abstehend. Fruchtträger 2theilig. Endosperm auf der Fugenseite flach.

* Kelchsaum undeutlich. Thälchen 1- oder 2striemig. Fruchtschale sich nicht in Schichten trennend.

α. Rippen alle geflügelt.

○ Blumenblätter rundlich. Hülle ∞blätterig: Levisticum.

○ ○ Blumenblätter verkehrt-eiförmig. Hülle meist 0: Selinum.

β. Rückenständige Rippen fadenförmig. Blumenblätter lanzettlich. Hülle meist 0: Angelica.

* * Kelchsaum 5zähnig.

α. Blumenblätter verkehrt herzförmig. Rückenrippen fadenförmig. Striemen versteckt: Ostericum.

β. Blumenblätter elliptisch. Rückenrippen dick, gekielt. Fruchtschale sich in eine innere vielstriemige und äussere Schicht trennend: Archangelica.

6. Gruppe. **Peucedaneae.** Frucht vom Rücken zusammengedrückt. Rückenrippen meist fadenförmig. Theilfrüchte am Rande geflügelt, die Flügel beider Früchte flach an einander liegend, die Seitenrippen in den Flügel übergehend oder auf demselben. Seltener die Früchtchen von einem verdickten Rande umgeben. Fruchtträger 2theilig.

* Fruchtränder geflügelt. Thälchen 1striemig.

α. Seitenrippen am Grunde des Flügels.

○ Rückenrippen fadenförmig. Blumenblätter eiförmig, mit eingebogenem Spitzchen.

§ Kelchsaum undeutlich. Striemen der Fugenseite oberflächlich. Hülle 0 oder 1blätterig: Imperatoria.

§ § Kelchsaum 5zähnig.

× Striemen der Fugenseite oberflächlich: Peucedanum.

× × Striemen der Fugenseite unter der Fruchtschale versteckt: Thysselinum.

○ ○ Rückenrippen scharf gekielt. Blumenblätter rundlich, eingerollt. Kelchsaum undeutlich: Anethum.

β. Seitenrippen auf dem Flügel stehend, weit von den Rückenrippen entfernt, alle sehr zart.

○ Kelchsaum undeutlich. Blumenblätter rundlich, gestutzt, eingerollt, gelb. Hülle und Hüllchen 0 oder wenigblätterig: Pastinaca.

○ ○ Kelchsaum 5zähnig. Blumenblätter eiförmig, mit eingebogenem Spitzchen, weiss. Hülle und meist auch Hüllchen ∞blätterig: Heracleum.

* * Fruchtränder knorpelig verdickt, weiss. Kelchsaum 5zähnig. Seitenrippen unter dem Knorpelrande versteckt. Thälchen 1—3striemig: Tordylium.

b. Theilfrüchte mit 5 Haupt- und 4 Nebenrippen.

7. Gruppe. **Silerineae.** Die seitlichen Hauptrippen einen einfachen Rand bildend. Die Nebenrippen schwächer: Siler.

8. Gruppe. **Thapsieae.** Seitliche Hauptrippen auf der Fugenfläche. Aeussere Nebenrippen geflügelt, die inneren fadenförmig, oder alle geflügelt: Laserpitium.

9. Gruppe. **Daucineae.** Hauptrippen fadenförmig, mit Borsten besetzt, die seitlichen auf der Fugenseite. Nebenrippen stärker als die Hauptrippen, mit freien oder am Grunde zu einem Flügel verbundenen Stacheln besetzt.

* Nebenrippen 1reihig stachelig: Daucus.

* * Nebenrippen mit 2—3 Stachelreihen: Orlaya.

II. Unterfam. Campylospermeae.

A. Früchte mit 5 Haupt- und 4 Nebenrippen.

10. Gruppe. **Caucalineae.** Frucht von der Seite zusammengedrückt oder fast stielrund. Hauptrippen fadenförmig, die Seitenrippen auf der Fugenseite. Nebenrippen stärker, mit Stacheln besetzt, oder wegen der die ganzen Thälchen bedeckenden Stacheln undeutlich.

* Früchtchen mit 4 stacheligen Rippen, die Stacheln 1—3reihig: Caucalis.

* * Früchtchen mit 7 stacheligen Rippen, die Stacheln 2—3reihig: Turgenia.

* * * Früchtchen auf dem ganzen Rücken dicht stachelig, mit 3 dazwischen liegenden Borstenreihen: Torilis.

B. Früchte mit 5 Hauptrippen ohne Nebenrippen.

11. Gruppe. Scandiceae. Frucht meist geschnäbelt, von der Seite deutlich zusammengedrückt. Rippen fadenförmig, zuweilen geflügelt, manchmal nur am Schnabel deutlich vortretend.

* Schnabel länger als die übrige Frucht. Rippen stumpf. Thälchen 1striemig. Fruchtträger fast ungetheilt: Scandix.

* * Schnabel kürzer als die übrige Frucht.

α. Rippen nur am Schnabel deutlich. Thälchen ohne Striemen. Fruchtträger kurz 2spaltig: Anthriscus.

β. Rippen an der ganzen Frucht deutlich.

○ Rippen stumpf. Thälchen 1striemig. Fruchtträger kurz 2spaltig: Chaerophyllum.

○ ○ Rippen scharf, hohl. Thälchen ohne Striemen. Fruchtträger bis fast zur Mitte 2spaltig: Myrrhis.

12. Gruppe. Smyrneae. Frucht aufgetrieben, ungeschnäbelt, meist von der Seite zusammengedrückt.

* Rippen wellig gekerbt, nicht hohl. Thälchen ohne Striemen: Conium.

* * Rippen gedunsen, innen hohl. Thälchen 1—3striemig: Pleurospermum.

III. Unterfam. Coelospermeae.

13. Gruppe. Coriandreae. Frucht kugelig oder 2knotig. Hauptrippen flach, geschlängelt oder selbst furchenförmig, die 4 Nebenrippen stärker hervorragend: Coriandrum.

5 Umbelliferen kommen in tertiären Schichten vor.

761. Die Familie enthält ziemlich viele Nutzpflanzen, deren wichtigste folgende sind:

Officinell sind die Früchte und die daraus gewonnenen ätherischen Oele von Pimpinella Anisum L., Anis, aus Südeuropa (Fructus Anisi vulgaris); Carum Carvi L., Kümmel (Fructus Carvi); Coriandrum sativum L., Coriander, Südeuropa (Fructus Coriandri); Foeniculum officinale All., Fenchel (Fructus Foeniculi); Petroselinum sativum Hoffm., Petersilie, Südeuropa (Fructus Petroselini — Apiol); Oenanthe Phellandrium Lam., Wasserfenchel (Fructus Phellandrii — Harz). Officinelle Wurzeln liefern Pimpinella Saxifraga L. und P. magna L., Biebernelle (Radix Pimpinellae — ätherisches Oel, scharfes Harz, Extractivstoff, Zucker); Archangelica officinalis Hoffm., Engelwurz (Radix Angelicae — ätherisches Oel, Angelicin, Angelicasäure, Angelicawachs etc); Levisicum officinale Koch, Liebstöckel, Südeuropa (Radix Levistici — ätherisches Oel, Harz, Zucker etc.); Imperatoria Ostruthium L., Meisterwurz (Rhizoma Imperatoriae — ätherisches Oel, Harz, Imperatorin). Von Conium maculatum L., Schierling, ist das Kraut officinell (Herba Conii maculati — Coniin). Officinelle Gummiharze liefern die im Oriente heimischen Ferula erubescens Boiss. (Galbanum), Dorema Ammoniacum Don (Ammoniacum) und Scorodosma foetidum Bunge (Asa foetida, Stinkasant, Teufelsdreck — Ferulasäure, Umbelliferon). Als Küchen- und Gewürzpflanzen werden ausser Petersilie, Kümmel, Fenchel, Anis u. Coriander noch gebaut: Apium graveolens L., Sellerie; Anethum graveolens L., Dill (Orient); Pastinaca sativa L., Pastinake; Daucus Carota L., Möhre; Anthriscus Cerefolium Hoff., Kerbel (Südeuropa). Als Giftpflanzen sind bekannt: Aethusa Cynapium L., Hundspetersilie; Cicuta virosa L., Wasserschierling und Conium maculatum L., gefleckter Schierling. Asiatische Arten von Heracleum, Bärenklau, werden ihrer Grösse wegen oft als Zierpflanzen cultivirt.

81. Ordnung. Saxifraginae.

B meist ☿ und ✱, perigynisch oder epigynisch, die Kreise meist 5zählig. Fruchtknoten 2fächerig, mit ∞ Samenknospen auf der Scheidewand, oder die B polycarpisch. Samenknospe meist anatrop. Same meist mit Endosperm. Keimling meist gerade.

762. (Fam. 261.) Elatinaceae. Kleine Sumpfgewächse mit gegen-

ständigen oder quirligen, ungetheilten Blättern und zuweilen Nebenblättern, die den eigentlichen Blättern ähnlich sind. B klein, einzeln oder zu mehreren in den Blattachseln, ✶. K (2–5); C 2–5, in der Knospe dachig. A 2—5 oder doppelt so viele als Blumenblätter. G (2–5), 2–5fächerig, mit 2—5 Griffeln. Kapsel an den Scheidewänden aufspringend. Samen ohne Endosperm. 20 Arten in gemässigten und warmen Klimaten. — Elatine.

763. (Fam. 262.) Crassulaceae. Meist Kräuter mit spiraligen, ungetheilten, meistens fleischigen und saftreichen, seltener lederartigen Blättern ohne Nebenblätter. Blüthenstand trugdoldig oder wickelig. B ✶, meist ☿, 4—30zählig. K in der Knospe dachig. C in der Knospe meist gedreht, ihre Blätter dem Grunde des K eingefügt. A meist doppelt so viele als Blumenblätter, seltener nur einfache Zahl, selten unter sich verwachsen, zwischen ihnen und dem G oft noch ein zu Nectarien ausgebildeter Kreis, der den Grund des G umgiebt. G oberständig, oft mehrere einzelne, jedes Carpell mit eigenem freien Griffel. Früchte balgkapselartig und sich dann an der Naht lösend, oder kapselartig und an den Scheidewänden aufspringend. Samen meist ∞, klein, feilspanartig, mit oft spärlichem Endosperm. 400 in gemässigten und warmen Klimaten vorkommende Arten.

I. B 2häusig, mit 4gliederigen Kreisen, die ♂ mit A 8, die ♀ mit G 4: Rhodiola.
II. B ☿.
1. A meist 4.
a. B 3—4gliederig. Früchte 2samig: Tillaea.
b. B stets 4gliederig. Früchte mehrsamig: Bulliarda.
2. A 5. G 5, an der Basis verwachsen: Crassula.
3. A 10, selten 12. G 5, selten 6: Sedum.
4. A 12—40. K und C 6—20gliederig. G 6—20: Sempervivum.

Bryophyllum calycinum Salisb. (Molukken), häufige Zierpflanze, deren Blätter an den Rändern zahlreiche Brutknospen entwickeln. Arten der Gattung Echeveria häufig in Gewächshäusern. — 1 Sedum aus dem Tertiär bekannt.

764. (Fam. 263.) Saxifragaceae. Meist Kräuter, seltener Sträucher oder Bäume. Blätter spiralig, quirlig oder gegenständig, ungetheilt oder getheilt, meist ohne Nebenblätter. B gewöhnlich in cymösen Inflorescenzen, meist ✶, ☿, seltener eingeschlechtlich oder vielehig, (4—)5zählig (seltener 3—12zählig), hypo-, epi- oder perigynisch. K 5; C 5, selten 0; A 5 + 0 oder 5 + 5, selten ∞, oft auch Staminodien. G 2–5, unter-, ober- oder halboberständig, die Carpelle oft an der Spitze getrennt. Griffel stets getrennt. Ein die C und A tragender Discus im Grunde des K meist vorhanden. Frucht eine Kapsel. Endosperm reichlich vorhanden. 500 Arten in allen Zonen, doch am zahlreichsten in den gemässigten.

I. Saxifrageae. Kräuter. Fruchtknoten 1–3fächerig.

Saxifraga: K (5), C 5, A 10. Kapsel 2fächerig, durch die 2 bleibenden Griffel geschnäbelt, zwischen denselben mit einem Loche aufspringend.

Chrysosplenium: K (4), C 0, A 8 Kapsel 1fächerig, 2schnäbelig, bis zur Mitte mit 2 Klappen aufspringend.

II. Francoaceae. Kräuter. B 4zählig. A 4—8, mit Staminodien wechselnd. Fruchtknoten 4fächerig. — Chile.

III. Hydrangeae. Sträucher mit einfachen, gegenständigen Blättern. A 8—12. Fruchtknoten 3–5fächerig — Asien und Amerika.

Hydrangea hortensis Sm., Hortensie. Bekannte Zierpflanze aus China und Japan. H. arborescens L., Zierstrauch aus Nordamerika.

IV. Escallonieae. Sträucher oder Bäume mit spiralig gestellten Blättern. Kronstaubfäden 0. G 1—7fächerig. — Südliche Halbkugel.

V. Cunonieae. Sträucher und Bäume mit gegenständigen Blättern und Nebenblättern. — Südliche Hemisphäre.

VI. Philadelpheae. Sträucher mit gegenständigen Blättern ohne Nebenblätter und mit meist ∞ A.

Philadelphus coronarius L., wilder Jasmin. Zierstrauch aus dem südlichen Europa; oft verwildert. Deutzia scabra Thbg., Zierstrauch aus Japan; D. gracilis Sieb. et Zucc., Zierstrauch aus China und Japan.

VII. Parnassieae. Kräuter. A 5. Die 5 vor der C stehenden Staubgefässe zu schuppenförmigen, am Rande mit drüsigen Wimpern versehenen Staminodien umgebildet.

Parnassia palustris L. auf Moorwiesen.

Im Tertiär sind 20 Arten der Familie bekannt.

765. (Fam. 264.) Ribesiaceae (Grossulariaceae). Sträucher mit spiralig stehenden, gestielten, handförmig gelappten, in der Knospe fächerartig gefalteten Blättern. B häufig in Trauben, ✶, ☿ oder durch Fehlschlagen eingeschlechtlich. K 5, meist ansehnlich und gefärbt; C 5, meist klein, unansehnlich und grünlich, beide in der Knospe dachig. A 5. G $\overline{(2)}$, 1fächerig, mit ∞ wandständigen, anatropen Samenknospen. Beerenfrucht. Samen mit Endosperm. 56, vorzüglich der nördlichen gemässigten Zone angehörende Arten.

Ribes, Johannis- und Stachelbeere. R. rubrum L., Johannisbeere und R. grossularia L., Stachelbeere, werden in vielen Varietäten der Früchte wegen cultivirt. R. nigrum L., schwarze Johannisbeere, seltener gebaut, aber häufig wild. R. aureum Pursh, R. sanguineum Pursh u. a. nordamerikanische Arten als häufige Ziersträucher.

82. Ordnung. Myrtiflorae.

Blätter meist gegenständig, seltener spiralig oder quirlig. B meist ☿ und ✶, epigyn oder perigyn, meist 5zählig (manchmal 4-, seltener 2- oder 6zählig). A häufig ∞, manchmal verzweigt. G meist mehrfächerig, mit centralen Placenten und ∞ anatropen, meist horizontalen Samenknospen.

766. (Fam. 265.) Gunneraceae. Kräuter mit sehr grossen, rauhhaarigen Blättern. B ☿ oder 1häusig, unansehnlich, in rispigen Blüthenständen. K (2—4), die Lappen ungleich, in den ♂ B unvollständig oder 0. C 0 oder 2. A 1—2. G 1fächerig, mit 2 Griffeln und 1 hängenden Samenknospe. Steinfrucht. Same mit reichem Endosperm. 11 der südlichen Hemisphäre angehörende Arten.

Gunnera scabra R. et P. (Chile), oft in Gärten cultivirt.

767. (Fam. 266.) Halorrhagideae. Wasserpflanzen. B ✶, ☿ oder diöcisch, nach dem Typus K 4; C 4 oder 0; A 4 oder 4 + 4; G $\overline{(4)}$, meist 4fächerig mit je 1 hängenden Samenknospe. 68 Arten in gemässigten und warmen Klimaten. 4 Arten im Tertiär.

Myriophyllum: B einhäusig. ♂ B: K (4). C 4, hinfällig. A 8. — ♀ B: K (4), kleiner als bei der ♂; 4 sehr grosse, bleibende Narben. Steinfrucht saftlos, in 4 einsamige Früchtchen zerfallend. Blätter quirlig, kammartig-fiedertheilig, mit haarförmigen Abschnitten.

Trapa: B ☿. K (4). C und A 4, einem ringförmigen Wulste am Grunde des freien Theiles des nur halb-unterständigen Fruchtknotens entspringend. Narbe kopfförmig. Nuss mit 4 aus den Kelchzipfeln entstehenden harten Stacheln. Blätter rhombisch, in einer schwimmenden Rosette am Ende des Stengels.

768. (Fam. 267.) Rhizophoraceae. Bäume oder Sträucher mit

Luftwurzeln und meist gegenständigen, einfachen Blättern und hinfälligen Nebenblättern. B einzeln oder in meist rispigen Blüthenständen in den Blattachseln, meist ☿, ✱. K (3–14); C 3—14, dem Kelchsaume eingefügt, kürzer als dieser. A gewöhnlich ∞. G meist unterständig und 2—5fächerig, jedes Fach mit 1—2 hängenden Samenknospen. Samen mit oder ohne Endosperm. 50 tropische, Uferwälder bildende Arten, den allgemeinen Namen „Mangroven" führend. Bei den echten Rhizophoreen (Rhizophora, Kandelia etc.) durchbricht die sich weiter entwickelnde Radicula des Embryo die Spitze der Frucht schon zu einer Zeit, wo diese noch am Baume hängt und erreicht oft bedeutende Länge, ehe letztere abfällt.

769. (Fam. 268.) Onagraceae. (Oenothereae). Kräuter oder Sträucher mit gegenständigen oder spiraligen, meist einfachen, nebenblattlosen Blättern. B theils achselständig und einzeln, theils endständig in Trauben und Rispen, ✱, ☿. K (4); C 4, in der Knospe rechts gedreht, abfallend; A 4 oder 4 + 4, die Antheren mit Längsspalten aufspringend, ihr Pollen durch Viscinfäden zusammenhängend. G $\overline{(4)}$, 4fächerig, mit ∞ Samenknospen und häufig 4lappiger Narbe. B auch 2- oder 5zählig. Frucht eine Kapsel, seltener Beere oder Nuss. Same ohne Endosperm, mit geradem Embryo. 300 Arten, die meisten in gemässigten Klimaten, viele in Nordamerika.

I. Onagreae. Kelchröhre über dem Fruchtknoten verlängert, der freie Theil mit dem 4theiligen Saume abfallend. A 8. Kapsel durch Mitteltheilung der Fächer aufspringend.

Epilobium: Griffel fadenförmig, mit 4 kreuzweise abstehenden, zusammenneigenden oder verschmolzenen Narben. Kapsel linealisch, ∞samig. Same mit Haarschopf.

Oenothera: Kapsel unten dicker. Same ohne Haarschopf. Sonst wie Epilobium.

II. Jussieuae. Kelchröhre nicht verlängert. K (3—5), bleibend. A doppelt so viele als Kelchzipfel. Kapsel durch Wandtheilung aufspringend.

Isnardia: K (4). C 4 oder 0. A 4. Narbe kopfig.

III. Circaeeae. Kelchröhre ein wenig über den Fruchtknoten verlängert. Kelchsaum 2—4spaltig, abfallend. Frucht nussartig.

Circaea: K (2), C 2, A 2. G 1- oder 2fächerig, Fächer 1samig.

Oenothera biennis L., Nachtkerze, aus Nordamerika stammend, vielfach jetzt in Europa wild; die Wurzeln werden manchmal gegessen. Manche andere Arten der Gattung, sowie der Gattungen Clarkia, Gaura, Godetia u. s. w. als Gartenzierpflanzen. Viele Arten der beerentragenden Gattung Fuchsia in zahlreichen Spielarten als Topfpflanzen cultivirt.

770. (Fam. 269.) Combretaceae. Bäume oder Sträucher, oft windend, mit meist einfachen, gegenständigen oder spiralig gestellten, nebenblattlosen Blättern. B ☿, selten eingeschlechtlich. K (4–5), selten (6—8), bleibend oder abfallend. C 0 oder 4—5, selten ∞, dachig oder klappig. A 4—5 oder 8—10, selten ∞, oft mit Staminodien, die Antheren mit Längsrissen oder 2 Klappen aufspringend. G unterständig, 1fächerig, mit 1—6 hängenden Samenknospen. Same ohne Eiweiss. 240 meist tropische Arten. 9 Arten im Tertiär.

771. (Fam. 270.) Melastomaceae. Meist Sträucher oder Bäume mit meist gegenständigen, nebenblattlosen Blättern mit 3—9 durch parallele Queradern verbundenen Nerven. B ☿, ✱, meist in Trauben oder Rispen. K und C meist 5—6zählig, der K mit klappiger, die C mit gedrehter Knospenlage. A doppelt so viele als Krontheile, oder mehr; die Antheren auf der Spitze mit Poren aufspringend. G unterständig, meist 2— ∞fäche-

rig, Samenknospen meist ∞. Endosperm fehlt. 1800 tropische, besonders südamerikanische Arten. — 5 tertiäre Arten.

772. (Fam 271.) Lythraceae. Kräuter, Sträucher oder Bäume mit gegenständigen oder spiraligen, ungetheilten Blättern ohne Nebenblätter. B ☿, meist ⚹, ihr Typus: K (6), häufig mit Zähnchen zwischen den Zipfeln, bleibend; C 6, in der Knospe dachziegelig, selten 0. A 6 oder 6 + 6, öfter von ungleicher Länge, manchmal theilweise steril oder unterdrückt; G $\underline{(2-6)}$, mehrfächerig, mit ∞ Samenknospen und einfachem Griffel. Kapsel zuweilen durch das Schwinden der Scheidewände 1fächerig. Samen ohne Endosperm. 250 in wärmeren und gemässigten Zonen heimische Arten.

Lythrum: B 4- (oder bei unseren Arten) 6zählig. Blumenblätter am oberen Rande der trichterförmig-cylindrischen Kelchröhre eingefügt, die A in der Mitte der Kelchröhre oder tiefer eingefügt. Kapsel 2fächerig, durch Mitteltheilung der Fächer aufspringend oder unregelmässig zerreissend. Vgl. § 527.

Peplis: B 5- (oder bei unserer Art) 6zählig. C und A 5—6, dem oberen Rande der glockenförmigen Kelchröhre eingefügt. Kapsel 2fächerig, unregelmässig zerreissend.

Arten der Gattung Cuphea (Mexiko) oft als Zierpflanzen. Physocalymna floribunda Pohl (Brasilien) liefert das rosafarbene Rosenholz.

773. (Fam. 272.) Myrtaceae. Holzgewächse mit meist gegenständigen, seltener abwechselnden, einfachen, meist ganzrandigen, immergrünen, häufig von Oeldrüsen durchsichtig punktirten, nebenblattlosen Blättern. B ⚹, ☿, bald einzeln achselständig, bald in Aehren, Trauben, Rispen oder Köpfchen, ihr Typus: K 4; C 4 in der Knospe deckend; A ∞ durch Verzweigung aus 4 oder 8, die Antheren mit Längsspalten aufspringend; G $\overline{(2-4)}$. B auch 5zählig, zuweilen nur perigynisch. Fruchtknoten 1--6fächerig, mit 1 oder mehreren Samenknospen. Frucht kapsel- oder beerenartig. Same ohne Endosperm. Embryo gerade oder gekrümmt, bei Punica spiralig. 1800 meist tropische Arten.

774. Wichtigere Arten sind folgende:

Myrtus communis L., Myrthe, Südeuropa, als Zierstrauch cultivirt. M. Pimenta L. (Eugenia Pimenta DC.), Westindien, liefert in den unreifen Beeren den Piment-Pfeffer. Caryophyllus aromaticus L., Gewürznelkenbaum (Molukken — in den Tropen cultivirt); liefert in den getrockneten Blüthenknospen die auch officinellen Gewürznelken (Caryophylli— ätherisches Oel, Nelkensäure, Caryophyllin, Eugenin, Harz etc.), während die reifen Früchte als „Mutternelken" (Anthophylli) in den Handel kommen. Psidium pomiferum L. und P. pyriferum L. (tropisches Amerika) liefern essbare Früchte (Guajavae). Metrosideros vera Rumph. (Molukken) mit festem Holze (Eisenholz). Melaleuca Leucadendron L. und M. minor L. (Ostindien und Molukken) liefern aus Blättern und Zweigen das officinelle Cajeputöl. Bertholletia excelsa HBK.: die Samen sind die essbaren, ölreichen, aus Brasilien kommenden „Paranüsse". Punica Granatum L., Granatapfel (Südeuropa): officinell die Wurzelrinde (Cortex radicis Granati — Granatgerbsäure), die Früchte essbar.

Aus dem Tertiär sind 48, aus der Kreide 2 Arten bekannt.

83. Ordnung. Rosiflorae.

775. Blätter meist spiralig, seltener gegenständig, meist mit Nebenblättern. B ⚹, perigynisch. K und C meist 5zählig, der K mit deckender Knospenlage. das unpaare Blatt hinten. C und A dem Kelchrande eingefügt. A meist ∞, in 5- oder mehrgliederigen Quirlen, die des äussersten Kreises mit den Kronblättern alternirend; selten nur 1 Wirtel oder gar nur 1 Staubgefäss. Fruchtknoten monomer, meist ∞, oder auch verwachsen und mehrfächerig. Samenknospen anatrop, aufrecht oder hängend. Same meist ohne Endosperm. Die meisten Familien nur durch geringfügige

Merkmale verschieden und die Familien 275—282 daher auch wohl in eine einzige vereinigt.

776. (Fam. 273.) Calycanthaceae. Sträucher mit 4kantigen Aesten und gegenständigen, ungetheilten, nebenblattlosen Blättern. B ✶. K, C, A und G ∞, in spiraliger Ordnung ohne scharfe Abgrenzung in einander übergehend. Fruchtblätter frei, nur mit 1 Samenknospe. 3 nordamerikanische und japanische Arten.

Calycanthus floridus L., Zierstrauch aus Nordamerika, mit aromatischen, dunkelbraunen Blüthen.

777. (Fam. 274.) Monimiaceae. Bäume oder Sträucher mit meist gegenständigen Blättern ohne Nebenblätter. B monöcisch oder diöcisch, selten ☿. P (4—5), kelchartig oder (4—12), die inneren Abschnitte corollinisch. A ∞, mit sehr kurzen Filamenten, in den ♀ B 0 oder als schuppige Staminodien. G ∞, 1fächerig, aus 1 Carpellblatte gebildet, mit 1 hängenden oder aufrechten Samenknospe. Steinfrüchte oder Nüsschen. Same mit Endosperm. 130 besonders in Südamerika heimische Arten. — 8 Arten im Tertiär.

778. (Fam. 275.) Pomaceae. Bäume und Sträucher mit ungetheilten, gelappten oder gefiederten Blättern und hinfälligen Nebenblättern. B meist in Trugdolden oder Rispen, ✶, ☿. K 5; C 5; A 10 — ∞, in der Knospe einwärts gebogen. $G_{\overline{(2-5)}}$, mit der hohlen, krugförmigen, fleischig werdenden Blüthenaxe (der sogenannten Kelchröhre) verwachsen. Frucht eine Scheinfrucht (Apfelfrucht), gebildet aus der gewöhnlich sehr stark sich weiter entwickelnden, saftigen und fleischigen, vom welkenden K gekrönten, mit dem Gynaeceum verschmolzenen Blüthenaxe. Samen in jedem Fache 2 oder mehr, eiweisslos. 160 Arten der nördlichen gemässigten Zone.

I. Innere Schale der Fruchtfächer knöchern.
  A. 3—5 Früchtchen aus der hohlen Blüthenaxe mit dem oberen Theile hervorragend. Blüthenaxe krugförmig, Kelchtheile kurz: Cotoneaster.
  B. Früchtchen ganz eingesenkt.
    1. Blüthenaxe krugförmig. Kelchtheile kurz. Früchtchen 1—5. Scheinfrucht von einer Scheibe gekrönt, die schmäler als ihr grösster Querdurchmesser ist: Crataegus.
    2. Blüthenaxe kreiselförmig. Kelchtheile laubartig. Früchtchen 5. Scheinfrucht von einer Scheibe gekrönt, die so breit als ihr grösster Querdurchmesser ist: Mespilus.

II. Schale der ganz eingesenkten Früchtchen pergamentartig oder dünnhäutig.
  A. Fächer der Scheinfrucht ungetheilt.
    1. Kelch laubartig. Die 5 Fächer der Scheinfrucht pergamentartig, mit 15—20 schleimigen Samen: Cydonia.
    2. Kelch nicht laubartig.
      a. Blüthen gross, in wenigblüthigen Dolden. 5 Fruchtfächer pergamentartig: Pirus.
      b. Blüthen mittelgross, in reichblüthigen Doldenrispen. Fruchtfächer dünnhäutig: Sorbus.
  B. Fächer der Scheinfrucht durch eine falsche Scheidewand in 2 Kammern mit je 1 Samen getheilt, dünnhäutig: Amelanchier (Aronia).

Pirus Malus L., Apfelbaum und P. communis L., Birnbaum, beide wild und in zahlreichen (Apfel ca. 500, Birne ca. 1600) Spielarten als Kernobst cultivirt; auch das Holz werthvoll. Cydonia vulgaris L., Quitte (Orient), als Kernobst cultivirt; die Samen officinell (Semen Cydoniae — Schleim; § 30). C. japonica Pers., Zierstrauch aus Japan. Sorbus aucuparia L., Vogelbeerbaum, Eberesche; häufig angepflanzt. Crataegus Oxyacantha L. und C. monogyna Jacq., Weissdorn, zu Hecken verwendet, in Gärten oft mit gefüllten und auch rothen Blüthen (Rothdorn). Mespilus germanica L., Mispel; die überreifen Früchte werden gegessen.

44 Arten fossil, einige schon in der Kreide, die meisten im Tertiär.

779. (Fam. 276.) Rosaceae. Stachelige Sträucher mit meist unpaarig gefiederten Blättern und dem Blattstiele angewachsenen Nebenblättern. B ☿ ✱. K 5, C 5, A ∞; G ∞, monomer, mit je einer hängenden Samenknospe, frei, alle im Grunde und an der Wandung der krugförmig-hohlen, oben verengerten Blüthenaxe eingeschlossen, die Griffel vorragend. Früchtchen nussartig, in die bei der Reife fleischige Blüthenaxe (Hagebutte) eingeschlossen, die dann oft noch die Kelchblätter trägt. 300 (?) Arten in der nördlichen gemässigten Zone.

Rosa, Rose, in zahlreichen Arten bei uns wild und viele (R. centifolia L., Centifolie, Orient — R. gallica L., Essigrose — R. damascena L., Syrien etc.) in zahllosen Spielarten als Gartenpflanzen cultivirt. Von R. centifolia L. sind die Blumenblätter officinell (Flores Rosae s. Rosarum pallidarum). R. moschata L. (Indien, Nordafrika) liefert das Rosenöl. Die Hagebutten von R. canina L. u. a. A. werden gegessen. — 3 Arten im Tertiär.

780. (Fam. 277.) Poteriaceae (Sanguisorbeae). Kräuter oder Sträucher mit meist unpaarig gefiederten Blättern. B ✱. K und C 4—5. A 4—30. G 1—3, mit 1 hängenden Samenkospe, in die Höhlung der oben verengerten Blüthenaxe eingeschlossen, die bei der Reife erhärtet. Griffel endständig. 160 Arten der gemässigten Zonen.

I. B ☿.
1. Hohle Blüthenaxe (Kelchröhre) am Grunde mit 2—3 Vorblättern. K 4. C 0. A 4 oder 6—15. G 1, in die bei der Reife 4kantige Blüthenaxe eingeschlossen. Narbe kopfförmig: Sanguisorba.
2. Hohle Blüthenaxe mit 2 Vorblättern, oben mit mehreren Reihen hakenförmiger, anfangs weicher Stacheln. K 5. C 5. A 15—20. G 2, durch Verkümmerung 1, in die bei der Reife 10furchige Blüthenaxe eingeschlossen. Narbe fast 2lappig: Agrimonia.

II. B einhäusig oder vielehig. A 20—30. G 2—3. Narbe pinselförmig, mit vieltheiligen Abschnitten und fadenförmigen Zipfeln. Sonst wie Sanguisorba: Poterium.

781. (Fam. 278.) Dryadaceae. Kräuter oder Sträucher mit meist gefiederten oder gefingerten Blättern. B ☿ ✱. K und C meist 5, selten C 0. A 15—30, selten 1—5. G ∞, selten 1 oder weniger, auf einer aus der flachen, ausgehöhlten Blüthenaxe hervortretenden Erhebung derselben sitzend. K meist von einem aus seinen Nebenblättern gebildeten Aussenkelche umgeben. 600 Arten in gemässigten und kalten Klimaten.

I. Rubeae. Aussenkelch fehlt. Die einzelnen Steinfrüchtchen auf der zuletzt schwammigen, kegelförmigen Blüthenaxe sitzend, zur Scheinfrucht zusammenhängend.

Rubus fruticosus L. und zahlreiche andere Arten liefern die essbaren Brombeeren, R. Idaeus L. die auch officinellen Himbeeren (Fructus Rubi Idaei — Traubenzucker, Aepfel- und Citronensäure etc.). R. odoratus L., Nordamerika, häufig als Zierstrauch.

II. Potentilleae. Aussenkelch meistens vorhanden. Früchtchen nussartig.

1. A 4, zuweilen nur 1 ausgebildet. K 4. C 0. G 1 mit seitlichem Griffel: Alchemilla.
2. A 20 — ∞. G ∞.
   a. Früchtchen auf halbkugeliger Blüthenaxe, durch den langen, bleibenden, federförmigen Griffel geschwänzt: Dryas.
   b. Früchtchen auf cylindrischer Blüthenaxe, durch den hakenförmig gegliederten Griffel geschnäbelt: Geum.
   c. Griffel welkend oder abfallend.
      ○ Blüthenaxe zuletzt fleischig, sich vom Kelche mit den auf ihr befindlichen Nüsschen als Scheinfrucht ablösend. Blumenblätter abfallend. Griffel seitlich, welkend: Fragaria.
      ○ ○ Blüthenaxe sich nicht vom Kelche loslösend.

× Blumenblätter lanzettlich, schwarzpurpurn, bleibend. Griffel fast endständig. Blüthenaxe zuletzt schwammig-fleischig: Comarum.

×× Blumenblätter rundlich oder verkehrt-herzförmig, abfallend. Griffel fast end- oder seitenständig, abfallend. Blüthenaxe trocken: Potentilla.

Potentilla Tormentilla Schr. (Tormentilla erecta L.), Blutwurz: der Wurzelstock officinell (Rhizoma Tormentillae — Gerbsäure, Tormentillroth, Gummi, Ellagsäure, Chinovasäure). Fragaria vesca L., Walderdbeere: die essbaren Scheinfrüchte (Erdbeeren) gesammelt. F. grandiflora Ehrh., Ananaserdbeere (Südamerika), F. chiloënsis Ehrh. (Südamerika) und F. virginiana Mill., Scharlacherdbeere (Nordamerika) häufig in zahlreichen Spielarten cultivirt. — 1 Fragaria im Tertiär.

781. (Fam. 279.) Neuradaceae. Kräuter mit fiederlappigen Blättern. K 5, C 5, A 10, G $\overline{(5-10)}$. Frucht kapselartig. 4 afrikanische Arten.

782. (Fam. 280.) Spiraeaceae. Sträucher oder Bäume, seltener Kräuter. B ✶. K 5, C 5 oder selten 0, A 10—∞ oder seltener 5. G $\underline{(5)}$ oder $\underline{(1-8)}$, mit je 1—∞ meist hängenden Samenknospen. Der K bis zur Fruchtreife erhalten bleibend. Die Früchte sind Balgkapseln, selten Nüsschen. 70 Arten in der nördlichen gemässigten Zone und Tropen.

Die Gattung Spiraea L. wird häufig auch in folgende Gattungen gespalten:

I. B ☿.
  1. Blüthenaxe scheibenförmig erweitert.
    a. 5 Früchtchen vor den Blumenblättern: Spiraea.
    b. 5 Früchtchen vor den Kelchzipfeln, am Grunde verwachsen: Sorbaria.
  2. Blüthenaxe nicht scheibenförmig erweitert. Meist mehr als 5 Früchtchen, alle frei, aufrecht oder gewunden: Ulmaria.

II. B 2häusig. Meist 3 Früchtchen, alle frei, zurückgebogen: Aruncus.

Arten der Gattung Spiraea finden sich häufig als Ziersträucher in Gärten, so S. ulmifolia Scop. aus Südeuropa, S. sorbifolia L. aus Sibirien, S. opulifolia L. aus Nordamerika. Kerria japonica DC., Zierstrauch aus Japan. Die Rinde von Quillaya saponaria Mol., Chile, enthält Saponin und wird im Vaterlande statt Seife benutzt, auch sonst technisch verwendet. Brayera anthelmintica Kth. (Hagenia abyssinica Willd.), abyssinischer Baum, dessen Blüthen officinell (Flores Kusso s. Kosso — Coussin). — 8 Arten von Spiraea im Tertiär.

783. (Fam. 281.) Amygdalaceae. Bäume oder Sträucher mit ungetheilten Blättern und hinfälligen Nebenblättern. B einzeln oder in Trauben und Doldentrauben, ☿, ✶. K 5, nach der Blüthe sammt der hohlen Blüthenaxe (Kelchröhre) abfallend. C 5, in der Knospe dachig. A 20—30. G $\underline{1}$, mit endständigem Griffel und 2 hängenden Samenknospen. Frucht eine meist nur 1samige Steinfrucht. 100 Arten der nördlichen gemässigten und warmen Zone.

I. Fleisch der Steinfrucht nicht saftig, bei der Reife unregelmässig aufspringend. Steinschale mit punktförmigen Gruben oder glatt: Amygdalus.

II. Fleisch der Steinfrucht saftig, nicht aufspringend.
  A. Steinschale unregelmässig gefurcht, in den Furchen mit punktförmigen Gruben: Persica.
  B. Steinschale glatt oder gefurcht, ohne punktförmige Gruben: Prunus.

Als Steinobstbäume werden cultivirt:

Prunus avium L., Süsskirsche und P. Cerasus L., Sauerkirsche, letztere aus Vorderasien stammend, beide in zahlreichen Spielarten; das Holz technisch verarbeitet; die Kerne der ersteren namentlich zur Bereitung des Kirschwassers. P. Mahaleb L., Weichsel, liefert die wohlriechenden Weichselrohre für Pfeifen (Coumarin in der Rinde). P. domestica L., Zwetsche (Pflaume), aus Westasien und P. insititia L., Pflaume, aus Südeuropa; beide mit vielen Spielarten. P. Armeniaca L., Aprikose, aus Vorderasien. P. Laurocerasus L., Kirschlorbeer, Kleinasien, die Blätter officinell (Folia Laurocerasi — Amygdalin). Persica vulgaris Mill., Pfirsich, aus Vorderasien. Amygdalus communis L., Mandel, aus Südeuropa und Nordafrika; liefert süsse (var. dulcis), bittere (var. amara) und Krachmandeln (var. fragilis), die ersten beiden auch officinell (Amygdalae dulces — fettes Oel, Emulsin etc.; Amygdalae amarae — ausser vorigen noch Amygdalin).

33 Arten von Prunus und 8 von Amygdalus sind aus tertiären Schichten bekannt.

784. (Fam. 282.) Chrysobalaneae. Bäume und Sträucher mit einfachen Blättern. B ✱ oder ↑. K 5; C 5 oder 0; A 3— ∞; G 1 mit am Grunde des Fruchtknotens eingefügtem seitlichem Griffel und aufrechten Samenknospen. Sonst wie vorige Familie. 180 tropische Arten.

Chrysobalanus Icaco L., Kokospflaumenbaum, im tropischen Amerika heimisch und dort der essbaren Früchte und mandelartigen Samen wegen cultivirt.

84. Ordnung. Leguminosae.

785. Blätter 2zeilig oder spiralig, meist einfach oder doppelt gefiedert, oder 3zählig, selten einfach. Nebenblätter vorhanden. B ✱ oder ↑, meist 5-, seltener 3—4gliederig, nicht eigentlich perigyn, sondern C, A und G auf einer Ausbreitung der Axe innerhalb des Kelchgrundes (daher in der Uebersicht der Familien die Papilionaceen auf S. 309 in der Abtheilung 2 stehend). K und C in der Knospe dachziegelig, das unpaare Kronblatt meist nach oben gestellt. A meist 10, selten 3—∞, frei oder verwachsen. G 1. Frucht eine meist 2klappig mit Bauch- und Rückennaht aufspringende, manchmal durch falsche Längs- oder Querwände gegliederte Hülse mit an der Bauchnaht stehenden Samen.

786. (Fam. 283.) Mimosaceae. Bäume oder Sträucher, oft dornig. Blätter meist sehr zusammengesetzt, doch bei manchen Acacien auf den blattartig verbreiterten Blattstiel (Phyllodium) reducirt. B in Köpfchen oder Aehren, ✱, meist 5-, selten 4 gliederig K und C meist 1blätterig. A 3—∞, frei oder in 1 oder mehrere Bündel verwachsen. G 1, selten 2—5. Hülse oft durch Querwände gegliedert. Same ohne oder mit spärlichem Endosperm. Keimling gerade. 1500 meist tropische Arten.

Mimosa pudica L., Sinnpflanze, Südamerika; Blätter auf Reiz sich zusammenlegend (§§ 257—259). Acacia Catechu Willd., Ostindien, liefert im eingedickten Safte des Stammes Catechu oder Terra japonica (Catechu von Bombay und Bengalen — Catechugerbsäure Catechusäure); officinell und in der Technik verwendet. A. vera Willd., A. Seyal Del., A. nilotica Del., A. Verek Guill. et Perr. u. a. nordafrikanische Arten der Gattung liefern das aus den Stämmen ausfliessende und an der Luft erhärtende officinelle und technisch verwendete Gummi arabicum und Gummi Senegal (enthält arabinsaure Salze des Kali, Calcium und Magnesium — § 35). Acacia-Arten sind für die afrikanische und neuholländische Flora charakteristisch; viele werden in Glashäusern als Zierpflanzen cultivirt. — 46 Arten (Acacia 32) finden sich im Tertiär.

787. (Fam. 284.) Caesalpiniaceae. Bäume oder Sträucher, seltener Kräuter, mit meist ↑, aber nicht schmetterlingsförmigen, selten ✱, 5-, selten 4gliederigen B. K 5, frei oder verwachsenblätterig. C 5 oder durch Abort weniger, selten 0. A 10 oder durch Abort weniger, selten ∞, alle frei oder selten einige oder alle verwachsen. G 1. Hülse oft durch Querwände gegliedert, bei vielen nicht aufspringend. Same mit oder ohne Endosperm. Keimling gerade. 1500 meist tropische Arten.

Haematoxylon campechianum L, Blut- oder Campecheholzbaum (Centralamerika und Westindien — § 35), liefert das als Farbeholz werthvolle und auch officinelle Campecheholz oder Blauholz (Lignum campechianum — Haematoxylin). Caesalpinia echinata Lam., (Brasilien). C. brasiliensis Sw. (Antillen) u. a. A. liefern das Fernambuk- oder rothe Brasilienholz, dessen rother Farbstoff (Brasilin) in der Färberei verwendet wird. C. coriaria Willd. (tropisches Amerika) liefert die als „Dividivi“ in den Handel kommenden gerbstoffreichen Hülsen, die in der Gerberei Verwendung finden. Ceratonia siliqua L., Johannisbrodbaum (Mittelmeerländer); die Hülsen Nahrungsmittel und officinell (Siliqua dulcis s. Fructus Ceratoniae — Traubenzucker, Pectin, Gummi, Buttersäure etc.). Tamarindus indica L., Tamarinde (Ostindien: im tropischen Amerika cultivirt); das säuerlich-süsse Mark der Hülse wird in den Tropen gegessen und ist bei uns officinell (Tamarindi s. Pulpa Ta-

marindorum cruda — Wein-, Citronen-, Aepfel-, Essig- und Ameisensäure, Zucker, Pectin, Gummi). Cassia lenitiva Bisch., C. obovata Coll., C. medicinalis Bisch. u. a. Arten (nordöstliches Afrika, Arabien; in Ostindien einzelne cultivirt) liefern die officinellen Sennesblätter (Folia Sennae — Cathartinsäure, Chrysophansäure, Cathartin, Sennapikrin, Sennacrol, Cathartomannit etc.). C. fistula L., Röhrencassie (Ostafrika und Ostindien), mit bis 2' langen, walzenförmigen, durch zahlreiche Querwände gegliederten Hülsen; früher officinell. Copaïfera Langsdorfii Hayne, C. multijuga Mart., C. officinalis Willd., C. Jacquinii Desf. u. a. tropisch-amerikanische Arten der Gattung liefern den aus angebohrten Stämmen ausfliessenden officinellen Copaïvabalsam (Balsamum Copaïvae — ätherisches Oel und Harz, letzteres hauptsächlich aus Copaïvasäure oder auch Metacopaïvasäure bestehend) Hymenaea Courbaril L. u. a. A. der Gattung, sowie Arten von Trachylobium, Vouapa etc. liefern den brasilianischen, aus der Rinde ausfliessenden Copal, Trachylobium Hornemannianum Hayne und T. mossambicense Kl. wahrscheinlich den ostafrikanischen Copal. Cercis siliquastrum L., Judasbaum, schon in Südtyrol heimisch, oft in Gärten als Zierstrauch. Krameria triandra Ruiz et Pav. (Peru, Bolivia), die Wurzel officinell (Radix Ratanhiae peruvianae, Payta, Ratanhawurzel — Ratanhiagerbsäure, Ratanhiaroth).

Im Tertiär finden sich ca. 90 Arten.

788. (Fam. 285.) Papilionaceae. Meist Kräuter, oft windend oder rankend, seltener Sträucher oder Bäume. mit meist fiederig oder handförmig zusammengesetzten, selten einfachen Blättern, oder nur die Endfieder vorhanden. Nebenblätter oft mächtig entwickelt. B meist in Trauben, Rispen oder Köpfchen, selten einzeln, meist ☿, ↑, schmetterlingsförmig. K (5), sein Saum gleichmässig 5zähnig oder 5theilig, oder 2lippig und dann 2 Abschnitte die Ober-, 3 die Unterlippe bildend. C 5, selten unvollzählig oder 0, die länger oder kürzer gestielten (genagelten) Blätter einem im Kelchgrunde befindlichen, verschieden gestalteten Discus eingefügt und ungleich gestaltet: das obere, in der Knospenlage äussere, meist grösste, oft aufwärts zurückgeschlagene Blatt bildet die Fahne (vexillum); die 2 mittleren (seitlichen), gewöhnlich kleineren Blätter sind die Flügel (alae); zwischen diesen zum Theil eingeschlossen liegen die beiden unteren (vorderen), oft unter einander verwachsenen Blätter des Schiffchens (carina). Manchmal sind alle Blätter der C verwachsen. A 10, selten durch Abort weniger, selten alle frei, meist mit dem grössten Theile der Filamente zu einer langen, im Schiffchen liegenden Röhre verwachsen, oder 9 zu einer oben geschlitzten Röhre verwachsen, das zehnte obere (hintere) Staubgefäss frei. G $\underline{1}$. Hülse meist in Bauch- und Rückennaht aufspringend, seltener nur an der Bauchnaht, öfter mit einer von der Rückennaht entspringenden falschen, unvollständigen Längsscheidewand, oder sich quer in 1samige Glieder theilend (Gliederhülse); selten eine 1samige Schliessfrucht. Same meist ohne Endosperm und mit meist gekrümmtem Embryo. 3000 Arten, die meisten in der heissen und in gemässigten Zonen.

789. Die deutschen Gattungen lassen sich folgendermassen gruppiren:

I. Phyllolobae. Keimblätter bei der Keimung laubartig.

I. **Unterfam. Lotoideae.** Hülse 1fächerig oder der Länge nach unvollständig 2fächerig, selten mit schwammigen Querwänden, meist aufspringend und mehrsamig, seltener 1samig und dann dünn und papierartig.

A. Genisteae. K mehr oder weniger deutlich 2lippig. Flügel am oberen Rande faltig-runzelig. A sämmtlich verwachsen. Hülse 1fächerig.

1. K 1lippig, oberwärts der Länge nach gespalten, die Lippe fein gezähnelt: Spartium.
2. K 2lippig.

α. Hülse ohne schwammige Querwände.

a. Hülse wenig länger als K, gedunsen, wenigsamig. K bis zum Grunde 2lippig gespalten; dorniger Strauch: Ulex.

b. Hülse weit länger als K.

× Narbe kopfförmig. Lippen des K trockenhäutig. Der lange Griffel oberwärts verdickt und in 1 oder mehrere kreisförmige Schleifen gebogen: Sarothamnus.

× × Narbe schief.

○ Griffel nach der Axe zu gekrümmt, daher die Narbe nach der Axe gerichtet und einwärts abschüssig. Schiffchen stumpf. Blätter einfach: Genista.

○ ○ Narbe nach auswärts abschüssig, weil von der Axe weggewendet. Blätter meist 3zählig; sonst wie vorige Gattung: Cytisus.

β. Hülse mit schwammigen Querwänden. Schiffchen geschnäbelt-zugespitzt. Narbe kopfig, nach der Axe gewendet: Lupinus. (Ob hierher ?)

B. Anthyllideae. K gleichmässig 5spaltig oder 5zähnig, oder 2lippig. Flügel nicht faltig gerunzelt. A sämmtlich verwachsen. Hülse 1fächerig.

1. K 5spaltig, bleibend, in der Fruchtreife offen. Schiffchen geschnäbelt. Frucht gedunsen, armsamig: Ononis.

2. K 5zähnig, welkend, in der Fruchtreife über der Hülse geschlossen. Schiffchen stumpf oder kurz gespitzt: Anthyllis.

C. Trifolieae. Oberes Staubgefäss frei. Hülse 1fächerig. Blätter meist 3zählig.

1. A mit C mehr oder weniger verwachsen. C welkend, bleibend, die 1—4samige, eiförmige, kaum oder unregelmässig aufspringende Hülse einschliessend: Trifolium.

2. A mit C nicht verwachsen.

α. Schiffchen geschnäbelt.

a. C abfallend. Griffel allmälig verschmälert. Hülse linealisch, nicht geflügelt, in 2 spiralig gedrehte Klappen aufspringend: Lotus.

b. Griffel nach oben verdickt. Hülse 4kantig, 4flügelig; sonst wie vorige Gattung: Tetragonolobus.

β. Schiffchen ungeschnäbel

a. Flügel in die Quere wie eine Blase vorgetrieben: Dorycnium.

b. Flügel gleichförmig convex.

× Fruchtknoten aufwärts gekrümmt. Hülse meist spiralig gerollt: Medicago.

× × Fruchtknoten und Hülse gerade.

○ Hülse kugelig oder länglich, unvollkommen aufspringend, 1—4samig: Melilotus.

○ ○ Hülse linealisch, 2klappig, 6— ∞samig: Trigonella.

D. Galegeae: Oberes (hinteres) Staubgefäss wenigstens zur Hälfte frei. Hülse 1fächerig. Blätter unpaarig, selten paarig gefiedert.

1. K 2lippig, die Oberlippe 2zähnig, die Unterlippe 3spaltig. Blätter des Schiffchens getrennt. Hinteres Staubgefäss ganz frei: Glycyrrhiza.

2. K glockig, 5zähnig.

α. Hinteres Staubgefäss ganz frei. Griffel gewimpert. Hülse aufgeblasen: Colutea.

β. Hinteres Staubgefäss bis zur Mitte verwachsen. Griffel kahl. Hülse lineal: Galega.

Hierher auch Robinia, Caragana etc.

E. Astragaleae. Oberes Staubgefäss frei. Hülse durch die eingedrückte Bauchnaht (seltener durch die Rückennaht) mehr oder weniger vollständig 2fächerig. Blätter meist unpaarig gefiedert.

1. Hülse durch die einwärts gefaltete Rückennaht unvollkommen 2fächerig. Schiffchen unter dem stumpfen Ende mit gerader Spitze: Oxytropis.

2. Hülse durch die einwärts gefaltete untere Naht mehr oder weniger vollkommen 2fächerig. Schiffchen stumpf, ohne Spitze: Astragalus.

II. Unterfam. Hedysaroideae. Hülse querfächerig, oft in Glieder zerfallend, zuweilen 1fächerig, 1samig und dann nicht aufspringend. Oberes Staubgefäss frei.

F. Coronilleae. B in achselständigen, kopfförmigen Dolden. Hülse stielrund oder zusammengedrückt.

1. Schiffchen stumpf. K röhrig, 5zähnig. Hülse zusammengedrückt, an den Gelenken eingezogen, Glieder 1samig: Ornithopus.

2. Schiffchen geschnäbelt.

α. K glockig, fast 2lippig, Oberlippe 2-, Unterlippe 3zähnig. Hülse zusammengedrückt, die 1samigen Glieder gekrümmt, oben concav: Hippocrepis.

β. K kurzglockig, durch die 2 oberen, grösstentheils verwachsenen Zähne fast 2lip-

pig. Hülse stielrund oder fast 4kantig, die 1samigen Glieder an den Gelenken eingezogen: Coronilla.

G. Hedysareae. B in achselständigen Trauben. Hülsen zusammengedrückt.

1. Hülse in Glieder zerfallend: Hedysarum.
2. Hülse 1samig, netzig-runzelig, nicht aufspringend, der obere Rand dick und gerade, der untere dünn, gekrümmt, kammförmig, oft gezähnt oder stachelig: Onobrychis.

791. **II. Sarcolobae.** Keimblätter auch nach der Keimung dick, fleischig-mehlig. Hülse 1fächerig oder durch schwammige Querwände gefächert.

III. Unterfam. Vicioideae. Keimblätter bei der Keimung in der Samenschale und unter der Erde bleibend. Blätter meist paarig gefiedert, meistens mit Ranke endend. Oberes Staubgefäss frei.

H. Vicieae. Charakter der Unterfamilie. Schwierig unterscheidbare Gattungen.

1. Griffel kahl. Hülse stark aufgeblasen, 2samig. K länger als C: Cicer.
2. Griffel behaart. Hülse nicht aufgeblasen.
   a. Staubfadenröhre schief abgeschnitten.
      × K 5zähnig oder -spaltig. Griffel fadenförmig, oberwärts behaart. Hülse 2—∞-samig: Vicia (und Ervum).
      ×× K 5theilig. Griffel flach, auf der der Axe zugewendeten Seite mit einer Haarlinie. Hülse 1—2samig: Lens.
   b. Staubfadenröhre gerade abgeschnitten. Hülse 2 — ∞samig.
      × Griffel zu einer nach hinten offenen Röhre zusammengefaltet, auf der gewölbten Seite bärtig: Pisum.
      ×× Griffel flach, zuweilen sammt A und Schiffchen um seine Axe gedreht, auf der ursprünglich der Axe zugekehrten Seite mit einer Haarlinie: Lathyrus (mit Orobus).

IV. Unterfam. Phaseoloideae. Keimblätter bei der Keimung als dicke, grüne, nicht laubartige Blätter über den Boden tretend, selten in der Samenschale bleibend. Blätter fast immer unpaarig (häufig 3zählig) gefiedert. Oberes Staubgefäss mit den anderen verwachsen oder frei, selten fehlend.

J. Phaseoleae. Fahne mit 2 Anhängseln. Oberer Staubfaden über dem Grunde gekniet, frei, oder selten mit den anderen verwachsen. Blätter 3zählig. Meist windend. Phaseolus. Griffel, Staubgefässe und Schiffchen spiralig eingerollt.

791. Die wichtigsten Arten der Familie sind:

Sophora japonica L., Zierbaum aus Japan. Myroxylon peruiferum DC., tropisches Amerika, namentlich Neugranada und Peru, und M. sonsonatense (M. Pereirae Kl.), San Salvador in Centralamerika, liefern den officinellen Perubalsam (Balsamum peruvianum — Cinnameïn, Harz, Zimmtsäure, Styracin). M. toluiferum Spr., Neugranada, Brasilien, den officinellen Tolubalsam, wie vorigen aus Einschnitten des Stammes, liefernd (Balsamum tolutanum — Tolen, Harze, Benzoësäure und Zimmtsäure). Baphia nitida Lodd., Sierra Leone, liefert das zum Rothfärben benutzte Cabanholz. Sarothamnus vulgaris Wimm., Besenstrauch, die schlanken Zweige zu Besen gebunden. Genista tinctoria L., Färber-Ginster, G. germanica L. u. a. A. liefern in Blüthen und Blättern einen Farbstoff zur Darstellung des Schüttgelb. Cytisus Laburnum L., Goldregen, sowie andere Arten der Gattung als Ziersträucher. Crotalaria juncea L., Ostindien, giebt eine geringere Sorte Jute (§ 733). Ononis spinosa L., Hauhechel, die Wurzel officinell (Radix Ononidis — Ononin, Ononid, Harz etc.). Lupinus luteus L., Lupine, Wolfsbohne (aus Südeuropa), auf Sandboden als Futterpflanze gebaut. L. albus L. (Orient), L. hirsutus L. (Mittelmeergebiet) u. a. A. oft in Gärten. Medicago sativa L., Luzerne, wichtige Futterpflanze aus Südeuropa. Trigonella Foenum graecum L., Bockshornklee, aus Südeuropa, die Samen officinell (Semen Foeni graeci — Bassorin, fettes und ätherisches Oel, Bitterstoff). Melilotus coerulea L., Schabziegerklee, als Gewürzpflanze (zur Bereitung von Kräuterkäse) hie und da gebaut. Trifolium, Klee, viele Arten als Futter- und Wiesenpflanzen wichtig (T. pratense L., T. repens L., T. hybridum L., T. incarnatum L. u. A.). Indigofera tinctoria L., Indigopflanze, Ostindien, liefert den als Indigo bekannten blauen Farbstoff. Glycyrrhiza glabra L. und G. echinata L., Süssholz (Süd- und Südosteuropa), die Wurzel officinell (Radix Liquiritiae — Zucker, Glycyrrhicin, Stärke, Weichharz, Asparagin). Robinia pseudacacia L., Robinie, fälschlich Akazie genannt, häufiger Zierbaum aus Nordamerika; ebenso R. hispida L. und R. viscosa Vent. Caragana frutescens DC. und C. arborescens Lam., Erbsenstrauch, häufige

Ziersträucher aus Sibirien. Colutea arborescens L., Blasenstrauch, häufig in Gärten. Amorpha fruticosa L., Zierstrauch aus Nordamerika. Astragalus verus Oliv., A. creticus Lam., A. gummifer Lab., A. strobiliferus Lindl. u. a. A. des Orients liefern Traganth (Tragacantha — Bassorin, Arabin, Stärke etc. — § 35). Ornithopus sativus L. Serradella, Futterkraut aus Südeuropa. Hedysarum gyrans L. (Desmodium g.), Ostindien; oft in Gewächshäusern und durch die Beweglichkeit der Blätter bekannt (§ 264). Onobrychis sativa L., Esparsette, vorzügliches Futterkraut. Arachis hypogaea L., Erdnuss, Erdeichel (tropisches Amerika), in den Tropen und auch in Südeuropa der ölreichen Samen wegen sehr viel gebaut. Cicer arietinum L., Kichererbse (Orient), die Samen in Südeuropa beliebtes Nahrungsmittel, daher viel cultivirt. Lens esculenta Mönch, Linse (Südeuropa), der nahrhaften Samen wegen gebaut. Vicia sativa L., Futterwicke (aus Südeuropa), als Futterpflanze cultivirt. V. Faba L., Sau- oder Puffbohne (Vaterland?), als Viehfutter gebaut und die unreifen Samen auch als Gemüse gegessen. Lathyrus sativus L., Platterbse (Südeuropa), als Futterpflanze gebaut. L. odoratus L., L. clymenum L. u. a. A. der Mittelmeerländer als Gartenzierpflanzen. Pisum sativum L., Erbse (Orient?), der Samen wegen als Gemüsepflanze vielfach gebaut. P. arvense L., Ackererbse (Vaterland?), als Futter- und Gemüsepflanze cultivirt. Phaseolus multiflorus Lam., Feuerbohne (Südamerika), und P. vulgaris L., Vitsbohne, (Ostindien) überall als Gemüsepflanze der Samen und unreifen Hülsen wegen gebaut. Erythrina corallodendron L. (Brasilien) und E. indica Lam. (Ostindien) der prächtigen rothen Blüthen wegen oft als Ziersträucher. Physostigma venenosum Balf., Calabarbohne, Gottesgerichtsbohne (Sklavenküste Westafrikas), die Samen officinell (Faba calabarica — Physostigmin). Dolichos Lablab L., Reisbohne (Ostindien) u. a. A. werden in der Heimath wie bei uns die Bohnen benutzt. D. Soja L. (Soja japonica Savi), Japan liefert die zur Bereitung von Saucen dienende Soja. Pterocarpus marsupium Mart., Malabar, liefert Kino als eingedickten Saft (enthält: Kinogerbsäure, Kinoroth und Brenzcatechin). P. indicus Willd., und P. santalinus L., Ostindien, liefern das rothe Sandelholz. Dipterix odorata Willd., Tonkabaum (Guyana), liefert die Coumarin enthaltenden Tonkabohnen. Von Dalbergia latifolia Roxb., Ostindien, stammt das zu feinen Drechslerarbeiten benutzte ostindische Rosenholz oder Botanyholz.

38 Gattungen mit über 100 Arten sind im Tertiär bekannt.

Register.

Die Zahlen geben die Seiten an.

